

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр  
Освітній рівень

Підсистема контролю гучності звуків кіберфізичної системи «Розумний дім»  
Назва теми

КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ  
Шифр

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»  
Шифр, назва

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»  
Шифр, назва

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія та програмування»  
Назва

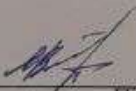
Виконав: студент IV курсу, група КІ2-19-1



Підпис

Карвацький П. А.  
Ініціали, прізвище

Керівник



Підпис, дата

08.06.2023 р.

Капустян М. В.  
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер



Підпис, дата

С. М. Лисенко  
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:  
Зав. кафедри комп'ютерної  
інженерії та інформаційних  
систем



Підпис

Т. О. Говорушенко  
Ініціали, прізвище

« 9 » червня 2023 р.

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма ОСВІТНЯ ПРОГРАМА «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Г.О.Говорущенко

“ 11 ” 01 2023 р

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Карвацькому Павлу Анатолійовичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Підсистема контролю гучності звуків кіберфізичної системи «Розумний дім»

Керівник проекту (роботи) Капустян М.В., к.т.н., доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджена наказом ректора університету від 1.03.2023 р. № 5

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 01.06.2023 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування

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

Аналіз існуючих рішень для створення підсистеми контролю гучності звуків системи

“розумний дім”

Вибір засобів реалізації для конструювання системи та їх обґрунтування

Реалізація системи контролю гучності

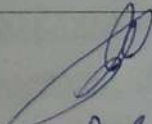
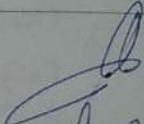
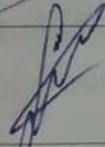
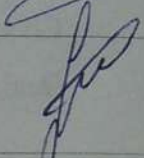
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

Схема підключення датчика звуку KY-038 до модуля ESP32

Схема вимірювання рівня звуку на основі плати Arduino та конденсаторного мікрофона

Інтерфейс програми

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Лисенко С.М., професор кафедри КІС		
Антиплагіат	Нічепорук А.О., доцент кафедри КІС		

7. Дата видачі завдання « 01 » 03 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	20.02.2022	виконано
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	01.03.2023	виконано
3	Робота над розділом 1 – дослідження предметної області та постановка задачі	10.03.2023	виконано
4	Робота над розділом 2 – проектування програмно-апаратного засобу	20.04.2023	виконано
5	Робота над розділом 3 – проектування програмно-апаратного засобу	30.04.2023	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	11.05.2023	виконано
7	Попередній захист ВКР	26.05.2023	виконано
8	Захист ВКР на засіданні ЕК	Червень 2023 року	

Студент

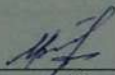


Підпис

Карвацький П.А.

Ініціали, прізвище

Керівник проекту (роботи)



Підпис

Капустян М.В.

Ініціали, прізвище

№ ф  
р  
я  
д  
к  
а  
т

1

2

3

4

Зм Ар

Розробив

Перевір

Н. контр

Зав.



## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Підсистема контролю гучності звуків кіберфізичної системи «Розумний дім»».

Автор роботи: Карвацький Павло Анатолійович.

Керівник роботи: Капустян Марія Вікторівна.

Пояснювальна записка: 57 с., 36 рис., 1 табл., 4 дод., 60 джерел.

Графічна частина: 3 креслення.

РОЗУМНИЙ ДІМ, ПІДСИСТЕМА, ЗВУК, КІБЕЗФІЗИЧНА СИСТЕМА,  
ПІДСИСТЕМА ГУЧНОСТІ ЗВУКУ.

Метою є створення та налаштування підсистеми контролю гучності звуків у кіберфізичній системі «Розумний дім».

У роботі буде проаналізовано різні види звуків за типом та гучністю, які зустрічаються в нашій місцевості, в нашому оточенні, в надзвичайних ситуаціях (повітряна тривога, спрацювання сирени автомобіля, сейсмічні коливання, постріли, вибухи). У другому та третьому розділах буде описано проектування та реалізацію такої системи з детальним обґрунтуванням вибору та застосування апаратно-програмної бази.

Підпис студента



Дата

08.06.23

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
<b>1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПІДСИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ГУЧНОСТІ ЗВУКІВ СИСТЕМИ “РОЗУМНИЙ ДІМ” .....</b>	<b>5</b>
1.1 Основні поняття розумного будинку .....	5
1.2 Дослідження характеристик основних підсистем «Розумного будинку» ...	6
1.3 Аналіз датчиків в системі «Розумний будинок» .....	10
1.4 Порівняння наборів готових систем .....	12
1.5 Опис структури та принцип її роботи .....	16
1.6 Висновки .....	18
<b>2 ВИБІР ЗАСОБІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ КОНСТРУЮВАННЯ СИСТЕМИ ТА ЇХ ОБІРУНТУВАННЯ .....</b>	<b>20</b>
2.1 Датчик звуку для виявлення звукових сигналів .....	20
2.1.1 Апаратне середовище реалізації .....	20
2.1.2 Вибір датчика звуку та особливості його роботи .....	22
2.2 Датчик звуку для вимірювання рівня звуку(шуму) в децибелах .....	27
2.2.1 Апаратне середовище реалізації .....	28
2.2.2 Підключення усіх компонентів .....	32
2.3 Вибір методів і середовища розробки програмного забезпечення .....	33
2.4 Вибір модуля управління розумним будинком .....	37
2.5 Висновки .....	40
<b>3 РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ГУЧНОСТІ .....</b>	<b>42</b>
3.1 Виявлення різних типів звуків датчиками .....	42
3.2 Контроль вимірювання рівня звуку (шуму) у децибелах за допомогою Arduino та мікрофону .....	46
3.3 Інтерфейс програми .....	49
3.4 Висновки .....	56

КвРКІ. 190116 19.01.17ПЗ					
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	
Виконав		Карвацький П. А.		05.06	
Перевір.		Капустян М.В.		05.06	
Н.контр.		Лисенко С.М.			
Затвер.		Говорущенко Т.О.		05.06	
Підсистема контролю гучності звуків кіберфізичної системи «Розумний дім» Пояснювальна записка					
			Літера	Аркуш	Аркушів
				2	57
ХНУ, КІ-19-1					

<b>ВИСНОВОК</b> .....	57
<b>ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ</b> .....	57
Додаток А Лістинг програмного забезпечення.....	65
Додаток Б Копія креслення «Схема підключення датчика звуку KY-038 до модуля ESP32».....	68
Додаток В Копія креслення «Схема вимірювання рівня звуку на основі плати Arduino та конденсаторного мікрофона».....	69
Додаток Г Копія креслення «Інтерфейс програми».....	70

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
						3
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Кіберфізична система - це система, яка поєднує фізичний та кібернетичний світи, щоб створити єдину автоматизовану систему. Розумний дім - це один з прикладів кіберфізичних систем, який дозволяє власникам будинку контролювати його різні пристрої та системи за допомогою мобільного пристрою або комп'ютера.

Розумний дім включає в себе різні пристрої, такі як датчики, камери, двері та вікна, що можуть збирати дані про стан будинку. Ці дані передаються до центральної системи, яка аналізує їх та приймає рішення щодо роботи пристроїв у будинку. Розумний дім також може бути використаний для віддаленого керування будинком. Наприклад, власник дому може віддалено перевірити камеру спостереження, щоб переконатися, що все гаразд у його будинку, навіть якщо він знаходиться на відстані. Підсистема контролю гучності звуків є важливою складовою кіберфізичної системи "Розумний дім". Ця підсистема дозволяє контролювати гучність звуків, що відтворюються в будинку та поблизу нього за допомогою аудіо- та відеосистем.

Завдяки підсистемі контролю гучності, власники будинків можуть змінювати гучність звуків у будь-якому приміщенні окремо від інших приміщень. Це може бути корисним у випадку, коли в одному приміщенні потрібно знизити гучність звуків, тоді як в іншому приміщенні потрібна більш висока гучність.

Метою цієї роботи є створення та налаштування підсистеми контролю гучності звуків у кіберфізичній системі "Розумний дім". У роботі буде проаналізовано різні види звуків за типом та гучністю, які зустрічаються в нашій місцевості, в нашому оточенні, в надзвичайних ситуаціях (повітряна тривога, спрацювання сирени автомобіля, сейсмічні коливання, постріли, вибухи). У другому та третьому розділах буде описано проектування та реалізацію такої системи з детальним обґрунтуванням вибору та застосування апаратно-програмної бази.

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		4

# 1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПІДСИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ГУЧНОСТІ ЗВУКІВ СИСТЕМИ “РОЗУМНИЙ ДІМ”

## 1.1 Основні поняття розумного дому

Історія розумного будинку починається в 1975 році, коли американська компанія ECHO IV розробила перший домашній комп'ютер, який мав досить примітивні функції автоматизації будинку.

В 1984 році французька компанія Nager з'явилася на ринку з першими системами домашньої автоматизації, які дозволяють керувати освітленням, опаленням, вентиляцією та іншими функціями будинку з використанням спеціального пульта дистанційного керування.

У 1990-х роках компанії X10 та Leviton розробили перші системи домашньої автоматизації, які використовували мережі електропередач для передачі сигналів.

З 2000-х років розвиток розумного будинку став прискорюватися завдяки поширенню мереж Wi-Fi та Bluetooth, які дозволяють підключати до мережі різноманітні пристрої [1].

Розумний будинок (рисунок 1.1) (інтелектуальний будинок, домашня автоматизація) - це будинок, який оснащений системами і технологіями, що дозволяють контролювати та керувати різними функціями будинку з використанням смартфона, планшета, комп'ютера чи голосового асистента.

Домашній контролер - це центральна система, яка забезпечує зв'язок між всіма пристроями та додатками, що використовуються в будинку.

Розумні пристрої - це різноманітні пристрої, які можуть бути підключені до домашньої мережі та керуватися з допомогою додатків на смартфонах або голосових асистентах. Наприклад, розумні термостати, освітлення, камери відеоспостереження, дверні замки, пральні та посудомийні машини.

Інтернет речей (IoT) - це технологія, яка дозволяє підключати різні пристрої до мережі Інтернет. У розумних будинках Інтернет речей використовується для збирання та обробки даних з різних пристроїв.

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		5

Голосовий асистент - це технологія, яка дозволяє керувати розумними пристроями з допомогою голосових команд. Наприклад, такими голосовими асистентами є Amazon Alexa, Google Assistant, Apple Siri та інші.

Система безпеки - це система, яка забезпечує захист розумного будинку від вторгнення та інших загроз. Це можуть бути різні пристрої, такі як відеокамери, датчики руху та інші [2 - 3].

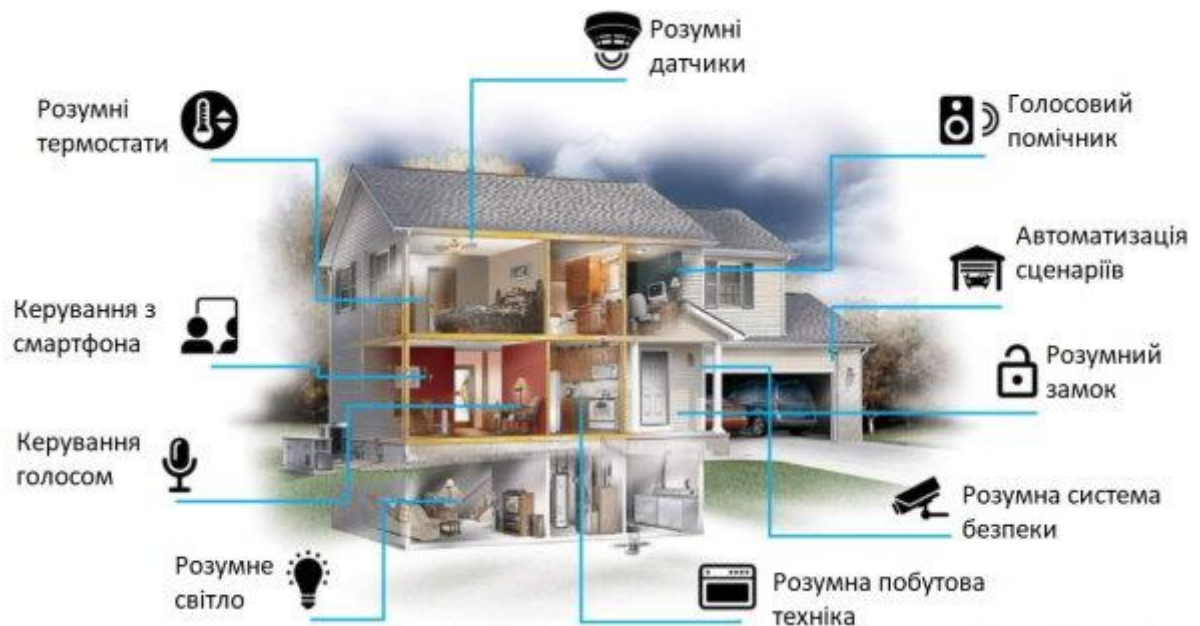


Рисунок 1.1 – Приклади використання розумних технологій [4]

## 1.2 Дослідження характеристик основних підсистем «Розумного дому»

Насправді, за даними дослідницької компанії MarketsandMarkets, світовий ринок розумних будинків досягне 141,1 мільярдів доларів США до 2023 року, що є значним зростанням порівняно з 76,6 мільярдами доларів у 2018 році.

Компанії, які займають провідні позиції на ринку розумних будинків це Philips Lighting, Honeywell, Belkin, Nest, Ecobee, MyFox, Sonos, Canary, Netatmo та D-Link [5].

Основні категорії інтелектуальних приладів для SmartHome та список компаній, що їх виробляють (рисунок 1.2).

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		6

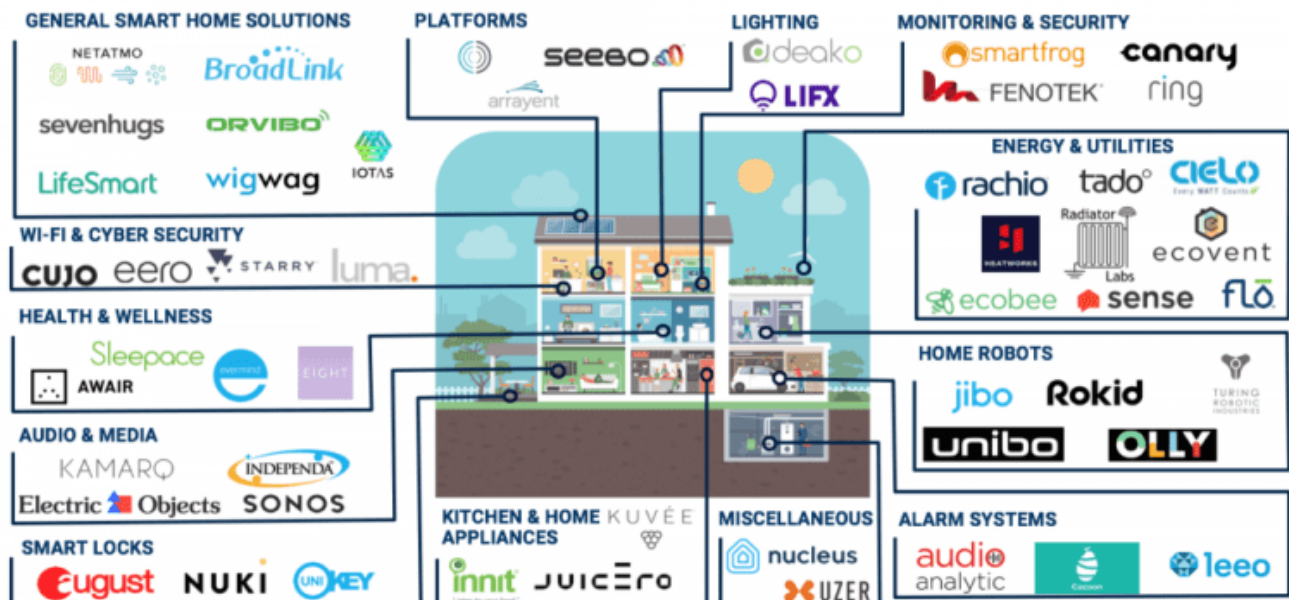


Рисунок 1.2 – Категорії приладів для розумного будинку [6]

Як було зазначено раніше, головні підсистеми "Розумного будинку" включають в себе системи освітлення, клімат-контролю, безпеки та моніторингу, комунікаційних мереж і мультимедіа (рисунок 1.3). Для аналізу загроз інформаційній безпеці необхідно встановити характеристики кожної з цих підсистем [7-8].



Рисунок 1.3 – Концептуальне зображення системи «Розумний будинок» [9]

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Однією з основних підсистем "Розумного будинку" є підсистема освітлення (Lighting control systems, LCS), яка об'єднує всі освітлювальні прилади в будинку та на його прилеглий території в єдину мережу. Це дозволяє контролювати їх взаємодію та забезпечувати економію енергоресурсів. У цій підсистемі "Розумного будинку" доступні різноманітні можливості, такі як економія енергоресурсів, дистанційний і централізований контроль над освітленням, регулювання яскравості світіння ламп та автоматична робота. Наприклад, завдяки інтелектуальному автоматичному управлінню освітленням "Розумний будинок" дозволяє значно збільшити термін служби електроламп та знизити використання електроенергії. Також можна включати та вимикати всі освітлювальні прилади в системі "Розумний будинок" за допомогою одного автоматизованого пристрою, що дозволяє безпосередньо вимикати світло у всіх кімнатах біля виходу з дому. Підсистема також дозволяє автоматично регулювати освітлення в будинку в залежності від даних, які надходять з датчиків присутності, руху і освітленості, або в залежності від часу доби [10-11].

Система клімат-контролю в "Розумному будинку" складається з інтегрованих систем опалення, вентиляції та кондиціонування (HVAC), які працюють разом, щоб забезпечити оптимальні умови температури, вологості та свіжого повітря в приміщеннях. Це досягається за допомогою датчиків, контрольних-вимірювальних приладів та обладнання. Зональний Еко-клімат може бути налаштований для кожної кімнати окремо згідно зі специфікацією для зимового періоду. Наприклад, на кухні може бути достатньо нагрітого повітря до + 19 °С, але з більш інтенсивною вентиляцією, ніж в вітальні або спальні. Температура повітря в спальнях може бути знижена до 18 °С для комфортного сну. У передпокої, коридорах та на сходових майданчиках рекомендується тримати температуру на рівні +17, +18 °С для економії енергії. У підсобних приміщеннях, таких як гараж і бойлерна, досить підтримувати плюсову температуру на рівні +7...+9 градусів [12].

Система відеоспостереження, яка забезпечує візуальний контроль за внутрішніми приміщеннями житла і прибудинковою територією. Камери можуть бути включені по-різному: постійно або відповідно до датчиків руху, що

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		8

автоматично вмикають запис і сповіщають тривожним сигналом. Також можна переглядати зображення з відеокамер віддалено через Інтернет. Система контролю доступу та охорони периметра, яка обмежує і реєструє людей, що входять в приміщення і/або на ділянку, за допомогою датчиків руху, розбиття скла і відеоспостереження [13].

Система охоронно-пожежної сигналізації, яка забезпечує цілодобовий контроль об'єкту, що охороняється, та раннє оповіщення власника про виявлення ознак пожежі або задимлення, а також включення засобів пожежогасіння. Система контролю витоків газу і захисту від протікання води, яка автоматично блокує газопостачання при виявленні протікання. GSM / UMTS моніторинг, який забезпечує віддалене інформування про інциденти в будинку (квартирі, офісі, об'єкті) і управління системами «Розумного будинку» через смартфон [14].

Телекомунікаційна мережа є основним елементом підсистеми комунікацій в системі "Розумний будинок", яка забезпечує збір і передачу інформації з датчиків до головного сервера для обробки та передачу сигналів управління до виконавчих елементів. Така мережа може бути побудована як з використанням дротових, так і бездротових каналів зв'язку, таких як Wi-Fi, Bluetooth, LTE, ZigBee, WirelessHART, LPWAN тощо для бездротового зв'язку та Ethernet і PLC рішення для дротових технологій. Технологія Power Line Communication (PLC) дозволяє передавати дані по лініях електропередач [15].

Система мультимедіа є єдиним інтерфейсом для управління різними цифровими пристроями та відтворення на них фільмів, музики, метеозведень та іншого контенту. Цю систему можна поділити на чотири підсистеми [16].

1. Мультирум - система розподілу аудіо- та відеосигналів з різних джерел в безліч зон, які включають не лише приміщення всередині будинку, але й прилеглу територію.

2. Телебачення - система домашньої автоматизації, що поширюється на супутникове та ефірне телебачення, яке розподіляється за допомогою одного ресивера на всі пристрої відображення в "Розумному будинку".

3. Медіасервер - програмне та апаратне забезпечення, яке дозволяє комутувати, зберігати та транслювати медіа-контент (аудіо- та відеозаписи,

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
						9
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

зображення) на різні пристрої, такі як телевізори, проектори, акустичні системи тощо.

4. Джерела контенту - різні цифрові пристрої, необхідні для відтворення, передачі та зберігання відео- та аудіоданих, таких як кіно, музика, телебачення та радіо.

### 1.3 Аналіз датчиків в системі «Розумний дім»

Основними складовими подібних установок є датчики з інтелектуальною системою, які призначені для моніторингу приміщення та сповіщення про можливі небезпечні ситуації, такі як відкриті двері, занадто висока температура, звуки вибухів, дим чи газ.

Вся система "розумний дім" базується на контролі різних параметрів навколишнього простору. Величезний асортимент цих розумних пристроїв можна умовно розділити на дві групи: датчики руху/присутності та датчики зчитування параметрів [17].

Незважаючи на різноманітність конструкцій датчиків, вони всі працюють за одним принципом - передачі даних на базовий керуючий модуль за допомогою Wi-Fi, GSM-зв'язку або радіосигналу. Керуючий модуль аналізує ситуацію і видає команди приладам щодо подальших дій.

Завдяки центральному блоку управління, датчики руху можуть інтегруватись з системою відеоспостереження та автоматично активувати її при появі будь-якого об'єкта в зоні відстеження. Це може спричинити увімкнення охоронної сигналізації та надсилання тривожного повідомлення на смартфон власника будинку. Іншим можливим застосуванням датчиків руху є економія електроенергії. Наприклад, автоматичне включення освітлення в кімнаті або перед будинком при виявленні руху людини може допомогти заощадити електроенергію [18].

Зараз найпоширенішими видами датчиків є ті, що виявляють рух та присутність [19].

#### 1. Інфрачервоні датчики ( рисунок 1.4)

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		10



Рисунок 1.4 – Загальний вигляд інфрачервоного датчика [20]

Конструкція цього пристрою складається з фотодатчиків, які можуть сприймати ІК-випромінювання, та мульти-лінзи, яка складається з кількох лінз невеликого розміру. Кожна з цих лінз фокусує випромінювання на своєму приймачі.

Коли нагріті предмети рухаються перед лінзами, теплове випромінювання на них змінюється - його рівень зростає на деяких ділянках і падає на інших. Це призводить до активації датчика [21].

## 2. Ультразвукові датчики (рисунок 1.5)

Під час руху об'єкта ультразвукові хвилі відбиваються назад до датчика, який випромінює їх. Це стосується активних ультразвукових датчиків, які генерують ультразвукові хвилі і виявляють їх повернення від рухомого об'єкта. Сигнал тривоги виникає після виявлення певної кількості відбитих хвиль. Однак, активні ультразвукові датчики мають недоліки, адже собаки та кішки можуть чути звуки в цьому дуже високочастотному діапазоні та реагувати на них у різний спосіб. Якщо датчик працює постійно, це може бути дуже неприємно для тварин. На відміну від активних, пасивні ультразвукові датчики виявлення руху реагують на конкретні звуки, наприклад, на розбиття скла.

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата



Рисунок 1.5 – Загальний вигляд ультразвукового датчика [22]

Датчики присутності працюють подібно до датчиків руху, але відрізняються більшою чутливістю до змін параметрів. Крім інфрачервоних, наявні ємнісні і індуктивні моделі. Індуктивні датчики здатні відслідковувати металеві предмети в зоні обслуговування, тоді як ємнісні моделі мають інші функціональні можливості. Висока чутливість датчиків присутності не дозволяє їх використовувати в охоронних системах, але їх можна встановлювати в домашню техніку та системи управління освітленням [23].

#### 1.4 Порівняння наборів готових систем

Сьогодні на ринку товарів для оснащення розумного дому доступно безліч компаній, які продають як цілі системи, так і окремі компоненти. Тому, для того, щоб керувати побутовими пристроями, достатньо придбати готові набори від виробників [24].

1. На першому місці займає українська система Ajax [25] (рисунок 1.6).

Ця система автоматизації будинку повністю виконує дві основні функції: забезпечує комфорт та зручність у керуванні життєзабезпеченням приміщення, а також забезпечує повну безпеку житла шляхом контролю меж об'єкту на предмет

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		12

вторгнень та інших можливих загроз, таких як електричні, пожежні та газові небезпеки. Обладнання Ajax для "Розумного будинку" працює на надійно зашифрованій і захищеній двосторонній радіозв'язку під назвою Jeweller, розробленій самою компанією, і має стильний дизайн для всіх своїх пристроїв.

Деякі з переваг цієї системи включають простий монтаж, бездротовий канал зв'язку між компонентами системи, велику зону покриття (до 2000 м), захист від знімання будь-якого з датчиків (бамперів), доступ для інших користувачів (повний або обмежений), автономну роботу хаба на батареї (до 16 годин), підтримку Wi-Fi і GSM-зв'язку, різноманітні способи сповіщення користувача (дзвінок, SMS, Push-повідомлення), розумну розетку, що відображає споживання електроенергії (з урахуванням підключених пристроїв) і автоматично відключається при перепадах напруги, можливість встановлення за допомогою QR-коду та управління зі смартфона (iOS, Android), підключення до 100 пристроїв, присутність тривожної кнопки на пульті (брелоку) і низька вартість комплекту (від 200\$).

Недоліки включають обмежену автономність датчиків, оскільки вони працюють тільки з центральним контролером (Hub), відсутність власної відеокамери для спостереження (але є можливість підключення стороннього обладнання) і обмежене керування лише через смартфон, хоча це дозволяє уникнути потреби встановлювати додаткові програми на комп'ютері.



Рисунок 1.6 – Комплект керування розумним будинком Ajax [26]

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		13

## 2. Система розумний будинок – BroadLink (рисунок 1.7).



Рисунок 1.7 – Комплект керування розумним будинком BroadLink [27]

Комплект обладнання "Розумний будинок" від BroadLink складається з сучасних цифрових пристроїв, призначених для ефективного керування побутовою технікою, освітленням, енергетичними, охоронними та іншими системами в будинку. Кожен елемент цього комплексу може працювати самостійно або взаємодіяти з іншими пристроями.

Основні переваги цієї системи включають швидку і просту установку, підключення та налаштування; широкий вибір датчиків (вологості, температури, освітлення, шуму, повітряного забруднення); легку додавання та вилучення різних пристроїв; можливість роботи без центрального хаба (автономні датчики); бездротову взаємодію між пристроями; власну відеокамеру для

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

відеоспостереження; керування через Wi-Fi за допомогою Інтернету з будь-якої точки планети; доступну ціну обладнання (від 200\$).

Деякі недоліки включають обмежену дальність сигналу (до 50 метрів), відсутність резервного живлення для хаба та обмежену функціональність пульта, який працює лише для прийому сигналів [28].

### 3. Система розумний будинок – Fibaro (рисунок 1.8).



Рисунок 1.8 – Комплект керування розумним будинком Fibaro [29]

Розумний будинок Fibaro відноситься до категорії професійного обладнання, яке надає широкий функціонал для автоматизації та забезпечення безпеки будинку. Проте, він відрізняється від багатьох аналогічних систем, оскільки вимагає установки та налаштування від кваліфікованих фахівців. Серед його переваг можна виділити розширений набір датчиків і пристроїв, присутність відеокамери для відеоспостереження, великий вибір сценаріїв для користувача, можливість отримувати повідомлення на кілька телефонів одночасно, використання протоколу Z-Wave для успішної взаємодії з іншими пристроями, наявність сирени на прототечному датчику, розумна розетка, що відображає рівень енергоспоживання та вимикається при перепадах напруги. Дальність сигналу системи збільшується за рахунок ретрансляції сигналу кожним

елементом. Також доступне голосове керування через сервіс Google, але лише англійською мовою.

Серед недоліків можна відзначити високу вартість обладнання (від 600\$), обов'язковість професійного монтажу та настройки, необхідність підключення центрального контролера Fibaro Home Center до Інтернету через LAN-кабель, залежність від центрального хаба та відсутність резервного живлення для нього. Дальність сигналу також є обмеженою (до 50 метрів без перешкод, але цю проблему можна вирішити). Існує затримка в отриманні Push-повідомлень. Крім того, необхідно встановлювати обов'язкове програмне забезпечення на ПК та використовувати обрізану мобільну програму. У порівнянні з іншими системами "Розумний будинок" від інших виробників, обладнання Fibaro має найбільший набір датчиків для контролю стану приміщень та автоматизації управління побутовою технікою. Проте, для встановлення та розуміння цього комплексу потрібна допомога професіонала [30].

### 1.5 Опис структури та принцип її роботи

Щоб пристрій відповідав основному завданню, доцільно розробити пристрій такої конструкції (рисунок 1.9):

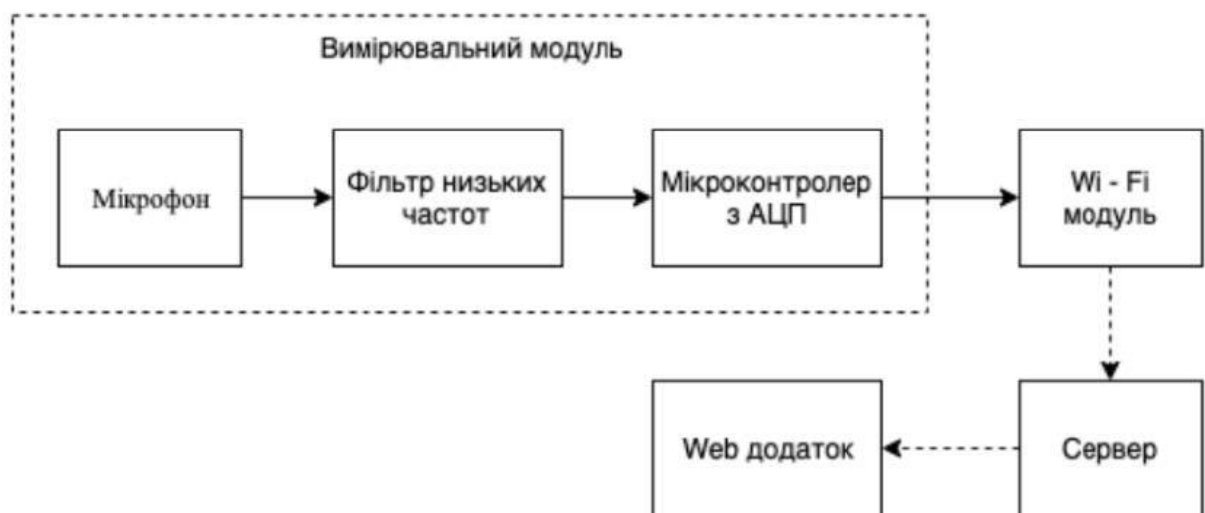


Рисунок 1.9 – Структура системи контролю рівня звуку

Прилад має наступні компоненти: вимірювальний модуль, який складається з мікрофону, фільтру низьких частот (ФНЧ), мікропроцесора з аналого-цифровим перетворювачем (АЦП), Wi-Fi модуля, сервера та веб-додатка. Кожен елемент має важливу роль [31].

Вимірювальний модуль виконує функцію приладу, який вимірює звуковий тиск і передає цифрові значення на сервер. Звуковий рівень вимірюється за допомогою вбудованого мікрофону в вимірювальному модулі. Мікрофон перетворює акустичні коливання в електричний сигнал шляхом зміни ємності конденсатора, що впливає на мембрану мікрофона. Зміна струму в електричному колі створює змінну напругу на опорі навантаження, яка є вихідним сигналом мікрофона. Отриманий сигнал проходить через фільтр низьких частот, який пригнічує відрізки сигналу, допускаючи лише низькочастотні складові. Це необхідно для уникнення накладання високочастотних складових при подальшій дискретизації сигналу, що може вплинути на результати його аналізу.

Згладжений сигнал з фільтра низьких частот подається на аналого-цифровий перетворювач (АЦП), який є однією з основних частин мікроконтролера. Його завдання полягає в перетворенні аналогового сигналу напруги на цифровий код, який може бути оброблений мікроконтролером. Мікроконтролер відповідає за обробку вхідного цифрового сигналу таким чином, щоб його можна було опрацювати на місці або передати дані, які несуть смислове навантаження, до сервера або сервера додатків.

Дані з мікроконтролера передаються на сервер. Більш сучасним і зручним методом передачі інформації є використання Wi-Fi модуля, який може бути підключений до мікроконтролера. Сервер додатків є фреймворком або програмною платформою, яка призначена для ефективного виконання процедур і програм, на яких побудовані додатки.

Він діє як набір компонентів, доступних розробнику програмного забезпечення через API, що надає сама платформа.

Web-додаток відповідає за відображення ключових даних. Це клієнт, який взаємодіє з сервером додатків через браузер. Логіка web-додатка розподіляється

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		17

між сервером і клієнтом, при цьому збереження даних відбувається на сервері, а їх відображення - на клієнті.

## 1.6 Висновки

В першому розділі ознайомлено з історією розумного будинку. Розумний будинок, також відомий як інтелектуальний будинок або домашня автоматизація, це будинок, оснащений системами і технологіями, що дозволяють керувати різними функціями будинку з використанням смартфона, планшета, комп'ютера чи голосового асистента. Технологіями можуть бути: домашній контролер, розумні пристрої, такі як термостати, освітлення, камери відеоспостереження, дверні замки, пральні та посудомийні машини, можуть бути підключені до домашньої мережі та керуватися за допомогою смартфонів або голосових асистентів, технологія Інтернету речей використовується для збирання та обробки даних з різних пристроїв у розумних будинках, голосові асистенти дозволяють керувати розумними пристроями за допомогою голосових команд, система безпеки, яка забезпечує захист від вторгнення та інших загроз за допомогою відеокамер, датчиків руху та інших пристроїв.

Головні підсистеми "Розумного будинку" включають в себе системи освітлення, клімат-контролю, безпеки та моніторингу, комунікаційних мереж і мультимедіа.

Система "розумний дім" заснована на контролі різних параметрів навколишнього простору. Вона включає в себе великий асортимент розумних пристроїв, які можна умовно розділити на дві групи: датчики руху/присутності та датчики зчитування параметрів. Проведено опис та характеристику цих датчиків.

Розглянуто та проведено аналіз актуальних рішень наборів готових систем «Розумний будинок», а саме: Ajax, BroadLink та Fibaro.

Описано структуру системи контролю рівня звуку, яка буде складатись з вимірювальний модуль, який складається з мікрофону, фільтру низьких частот (ФНЧ), мікропроцесора з аналого-цифровим перетворювачем (АЦП), Wi-Fi модуля, сервера та веб-додатка.

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		18

## 2 ВИБІР ЗАСОБІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ КОНСТРУЮВАННЯ СИСТЕМИ ТА ЇХ ОБҐРУНТУВАННЯ

### 2.1 Датчик звуку для виявлення звукових сигналів

У системі "розумний дім" буде використаний датчик звуку для виявлення звукових сигналів. Цей тип датчика дозволяє реагувати на певні звукові події, такі як дзвінок дверного дзвінка, плач дитини або тривоговий сигнал. Виявлення цих звуків може викликати виконання певних дій або активувати сповіщення для користувача. Наприклад, система може автоматично відкрити двері після розпізнавання звуку дзвінка, або надіслати повідомлення на смартфон, щоб сповістити користувача про звукову подію в будинку. Використання датчика звуку розширює можливості автоматизації та забезпечує більш гнучкий та інтелектуальний контроль над розумним домом [32].

#### 2.1.1 Апаратне середовище реалізації

Заплановано розробку пристрою розумного дому з використанням модуля ESP32 (рисунок 2.1) з вбудованим Wi-Fi та Bluetooth.

Ось деякі характеристики модуля ESP32 [33]:

- мікроконтролер: модуль ESP32 має 32-бітний двоядерний мікроконтролер Xtensa LX6 з тактовою частотою до 240 МГц;
- Wi-Fi: підтримка бездротової мережі Wi-Fi з підтримкою стандартів 802.11 b/g/n/e/i;
- Bluetooth: вбудований модуль Bluetooth версії 4.2 з підтримкою Bluetooth Low Energy (BLE);
- пам'ять: модуль ESP32 має 520 кБ вбудованої пам'яті SRAM та можливість підключення зовнішньої флеш-пам'яті;
- GPIO: модуль має широкий набір GPIO-пінів (General Purpose Input/Output), які можуть використовуватися для підключення зовнішніх пристроїв і сенсорів;

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		19

- аналогові входи: підтримка аналогових входів з роздільною здатністю 12 біт;
- інтерфейси: модуль ESP32 має різноманітні інтерфейси, такі як UART, SPI, I2C, I2S, PWM і SDIO;
- вбудовані сенсори: деякі версії модуля ESP32 мають вбудовані сенсори, такі як акселерометр, гіроскоп та температурний датчик;
- енергоспоживання: модуль має підтримку різних режимів енергозбереження, що дозволяє зменшити споживання енергії в режимі очікування;
- розробницьке середовище: для програмування модуля ESP32 можна використовувати Arduino IDE, MicroPython, ESP-IDF (Espressif IoT Development Framework) та інші середовища.

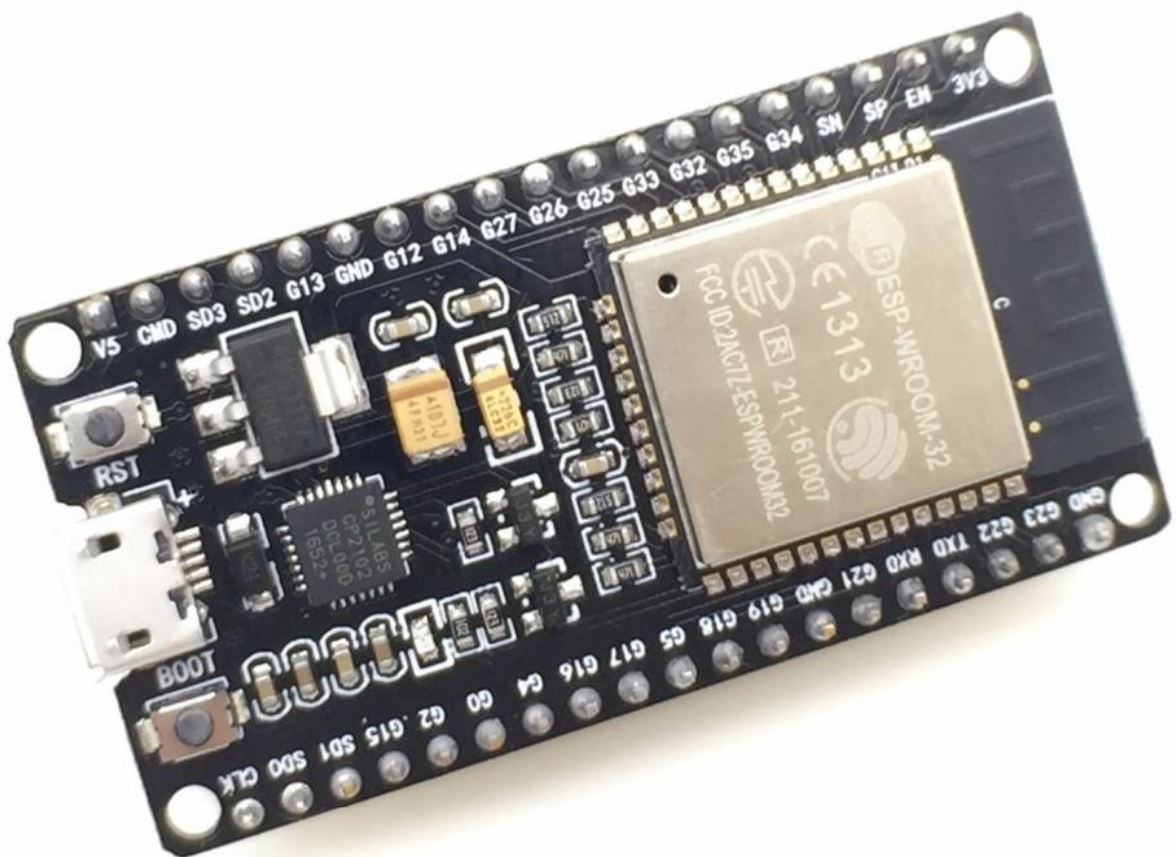


Рисунок 2.1 – Модуль ESP32 [34]

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		20

## 2.1.2 Вибір датчика звуку та особливості його роботи

Розглянемо основні принципи роботи датчика звуку (sound sensor) KY-038 (зображений на рисунку 2.2) та його підключення до модуля ESP32, який є в даний час одним із найпопулярніших мікроконтролерів з підтримкою технологій WiFi та Bluetooth. Датчик KY-038 є мікрофоном конденсаторного типу, здатним вловлювати звукові хвилі, і відрізняється надійністю і стабільністю роботи.



Рисунок 2.2 – Датчик звуку (мікрофон KY-038) [35]

Основні характеристики [36] :

- індикатор живлення;
- цифровий та аналоговий вихід;
- робоча напруга: 3,3-5В;
- споживаний струм: 1,5 мА;
- регулятор чутливості;
- робоча температура: від -30°C ~ +85°C;
- розміри модуля: 32x17x8 мм;
- кріпильний отвір 3мм;
- вага модуля: 3 г.

Розпинка датчика звуку KY-038.

Датчик KY-038 містить 4 контакти [37] : VCC, GND, цифровий вихід (Digital Out) та аналоговий вихід (Analog Out). Його розпикування показано на рисунку 2.3.

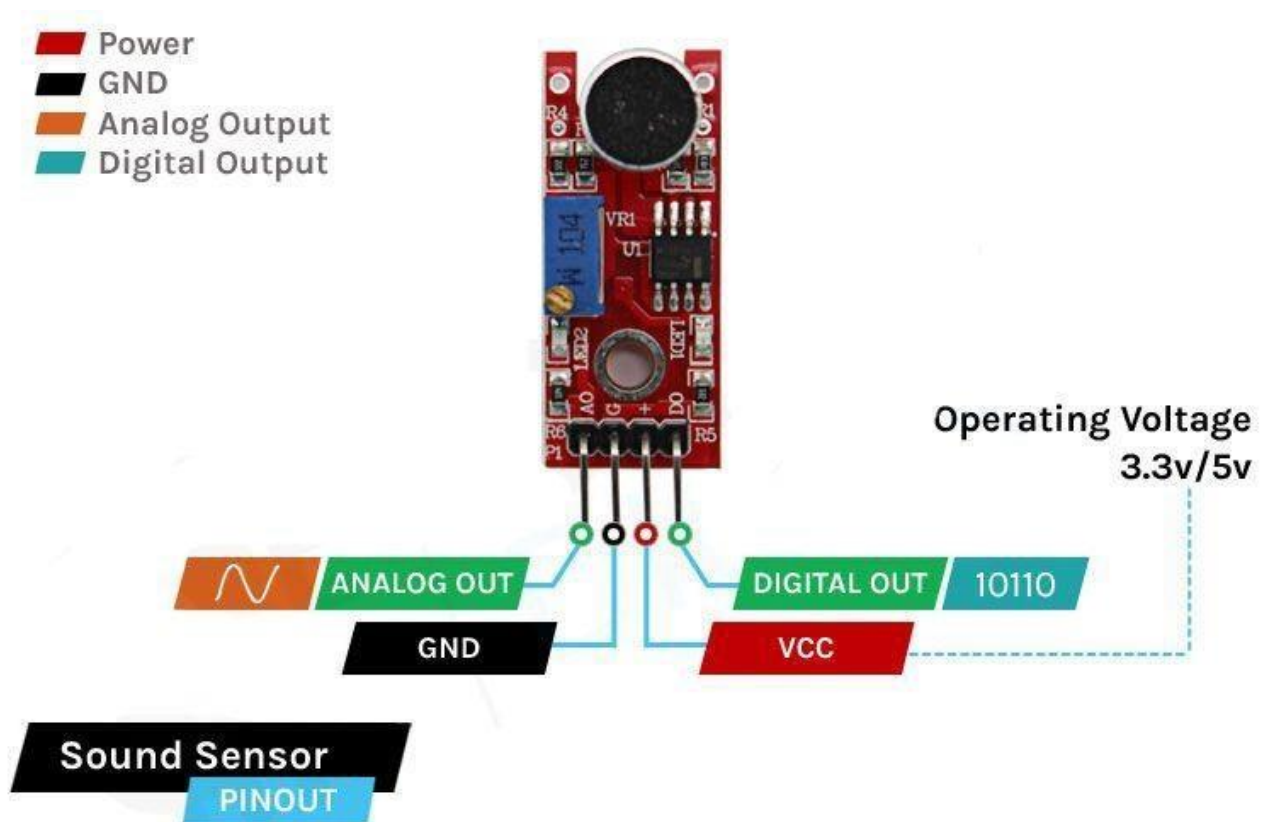


Рисунок 2.3 – Розпикування датчика KY-038

Призначення контактів:

- VCC – контакт для подачі живлення на датчик можна підключати до 3.3V або 5V. Рівень напруги на аналоговому виході залежатиме від величини прикладеної напруги живлення;
- GND – контакт загального дроту (землі) датчика;
- DO – цифровий вихід датчика, низький рівень означає, що датчик не виявляє жодного звуку, високий – датчик виявляє присутність звуку;
- AO – аналоговий вихід датчика.

Модуль датчика звуку KY-038 складається з простих, дешевих і поширених компонентів, що здобуло йому заслужену популярність серед радіоаматорів. Його компоненти показано на рисунку 2.4 .

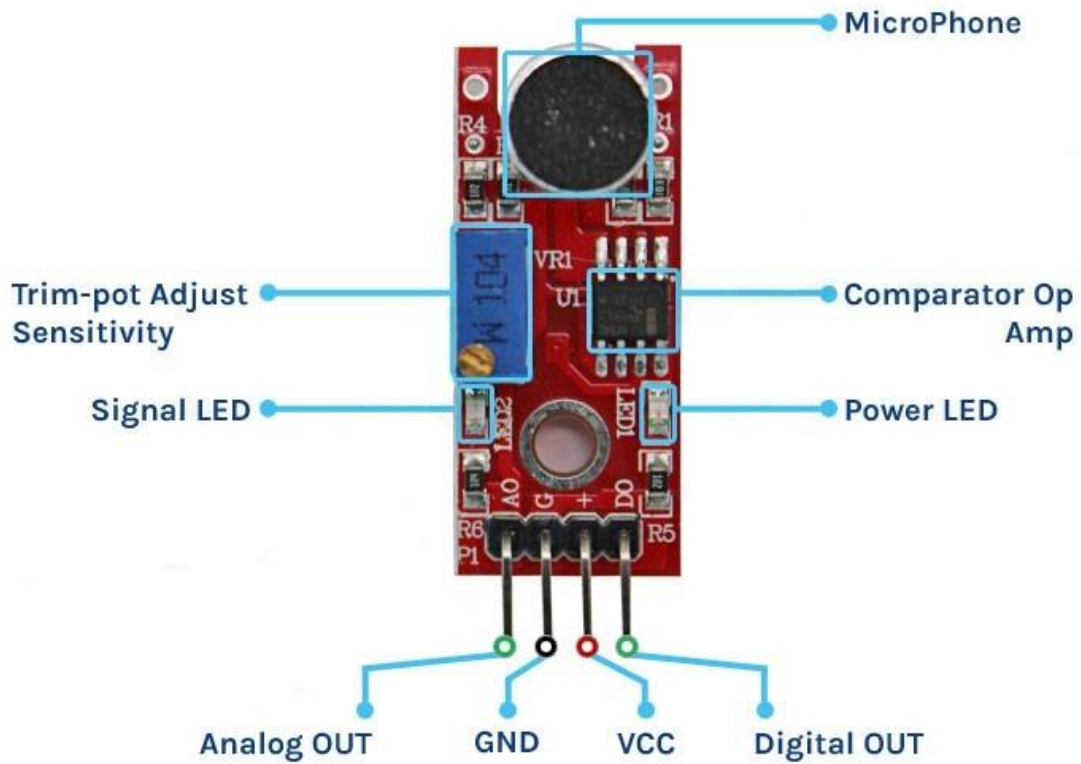


Рисунок 2.4 – Компоненти датчика KY-038 [38]

Модуль датчика містить 4 контакти, 2 світлодіоди та компаратор на операційному підсилювачі, який служить для перетворення аналогового сигналу в цифровий.

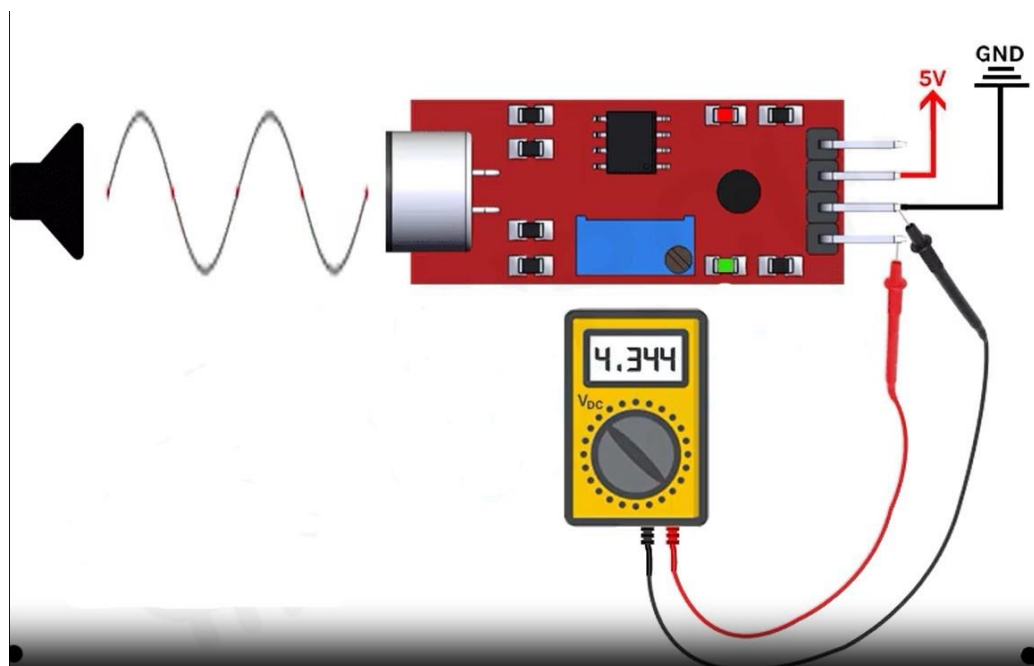


Рисунок 2.5 – Робота датчика KY-038 [39]

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Також модуль датчика містить потенціометр для регулювання його чутливості та конденсаторний мікрофон для виявлення звукових хвиль.

Основним компонентом датчика є конденсаторний мікрофон, який формує аналоговий сигнал при зіткненні звукових хвиль з діафрагмою. Цей аналоговий сигнал обробляється за допомогою операційного підсилювача і, таким чином, на виході датчика формується цифровий сигнал (рисунок вище 2.5).

На рисунку 2.5. зображено конденсаторний мікрофон, що складається із двох заряджених металевих пластин. Перша пластина називається діафрагмою, а друга – задньою пластиною. Разом вони утворюють конденсатор. Коли звукова хвиля вдаряється об діафрагму, вона починає вібрувати і відстань між двома пластинами змінюється, що викликає зміну ємності даного конденсатора. Ця зміна ємності перетворюється на електричний сигнал, який потім обробляється вбудованим у датчик операційним підсилювачем. Модуль датчика також містить два вбудовані світлодіоди, один з яких сигналізує про подачу живлення на датчик, а другий - про те, що звуковий сигнал, що вловлюється датчиком, перевершує певну межу, що встановлюється за допомогою потенціометра [40].

Принцип роботи датчика звуку KY-038 схематично показано на рисунку 2.6.

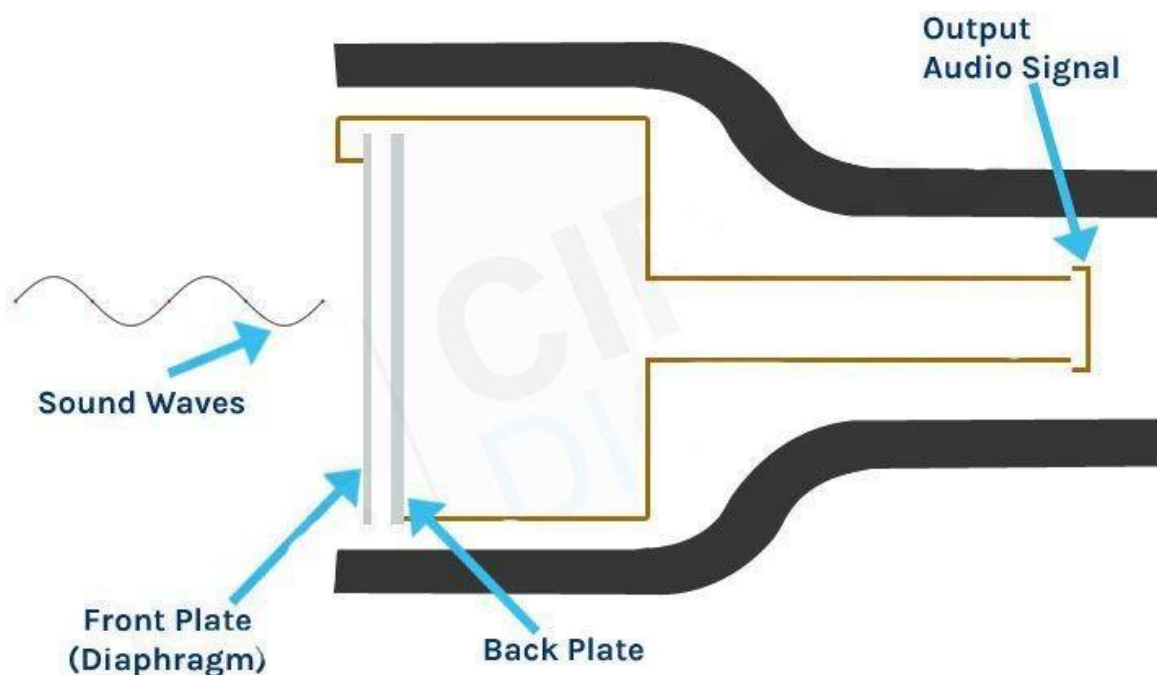


Рисунок 2.6 – Схематичний принцип роботи датчика KY-038 [41]

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Схема датчика звуку KY-038 на рисунку 2.7.

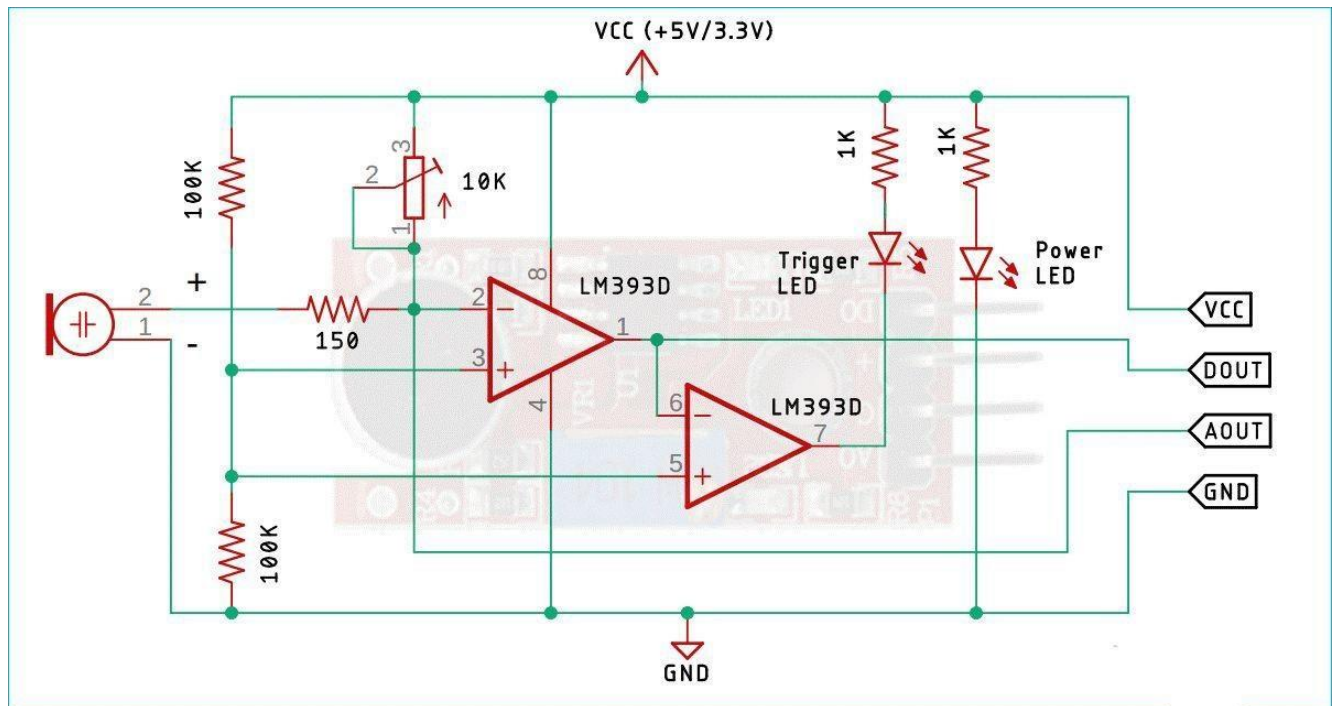


Рисунок 2.7 - Схема датчика звуку [42]

Ключовим компонентом цієї схеми є операційний підсилювач LM393, який можна запитувати від 3.3V або 5V. Необхідно пам'ятати про те, що рівень напруги на аналоговому виході датчика залежить від величини поданої на датчик напруги живлення. Потенціометр використовується для встановлення опорної напруги для операційного підсилювача та формування опорної напруги для аналогового виходу датчика.

Якщо вхідна напруга датчика не перевищує межу, встановлену потенціометром, то на виході операційного підсилювача буде низький рівень. Якщо перевищує – то на цифровому виході датчика буде сигнал високого рівня та загориться сигнальний світлодіод.

Схема підключення датчика звуку KY-038 до модуля ESP32 представлена на рисунку 2.8.

З'єднання у схемі дуже прості, достатньо заживити модуль від 3.3V і підключити його аналоговий контакт до модуля ESP32. Обробляється аналоговий сигнал з виходу за допомогою АЦП модуля ESP32. Також у схемі використано 3

світлодіоди для індикації інтенсивності звуку, а вимірний рівень звуку в децибелах буде відображатись на екрані OLED дисплея, який підключений до модуля ESP32 за інтерфейсом I2C.

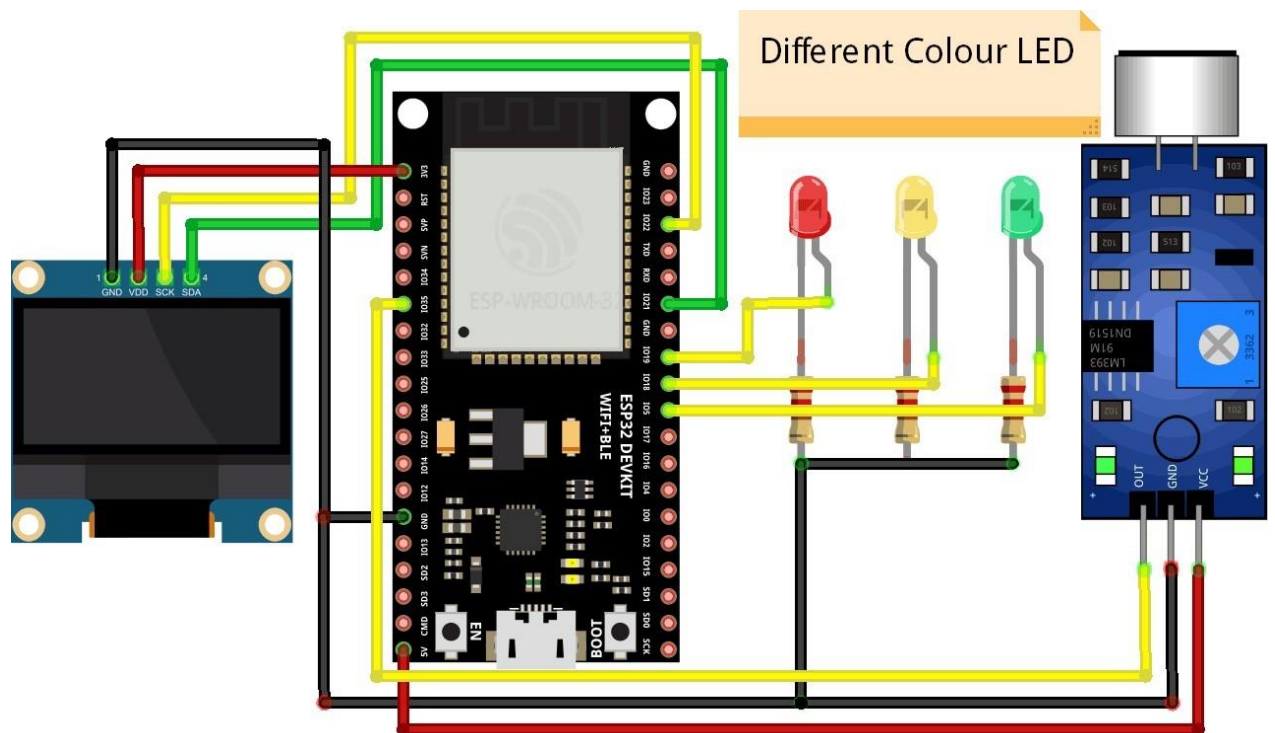


Рисунок 2.8 – Схема підключення датчика до модуля [43]

## 2.2 Датчик звуку для вимірювання рівня звуку(шуму) в децибелах

Так зване шумове забруднення стає все більш актуальною проблемою в сучасному суспільстві у зв'язку з дедалі більшою щільністю населення. Звичайне людське вухо здатне сприймати звуки з рівнем від 0 до 140 дБ. Гучність (рівень) звуку зазвичай вимірюють у децибелах (дБ). Тому в цьому розділі ми розглянемо створення простого вимірювача рівня звуку на основі плати Arduino і звичайного електретного конденсаторного мікрофона. Вимірюватись рівень звуку буде в децибелах (дБ).

## 2.2.1 Апаратне середовище реалізації

Заплановано розробку пристрою вимірювання рівня звуку(шуму) в децибелах з використанням плати Arduino Uno (рисунок 2.9), мікросхему LM386 (рисунок 2.11, та конденсаторного мікрофона (рисунок 2.13).



Рисунок 2.9 – Плата Arduino Uno [44]

Arduino Uno - це популярна плата мікроконтролера, яка використовується для розробки різноманітних проектів і прототипів. Розглянемо основні характеристики Arduino Uno. [45]

Мікроконтролер: використовує мікроконтролер ATmega328P (рис. 2.10) від Microchip. Це 8-бітний мікроконтролер з тактовою частотою 16 МГц.

Цифрові входи/виходи: має 14 цифрових входів/виходів, з яких 6 можуть бути використані як вихідні PWM (ШІМ) сигнали.

Аналогові входи: має 6 аналогових входів, які можуть вимірювати напругу від 0 до 5 вольт.

Пам'ять: має 32 кілобайти флеш-пам'яті для збереження програмного коду і 2 кілобайти оперативної пам'яті (RAM) для збереження змінних під час виконання програми.

Інтерфейси: включає USB-порт для зв'язку з комп'ютером та програмування плати, порт для підключення зовнішніх пристроїв через серійний (UART) інтерфейс, а також входи/виходи для підключення додаткових пристроїв, таких як сенсори, дисплеї, мотори тощо.

Живлення: може бути живлене від комп'ютера через USB-порт або від зовнішнього джерела живлення, наприклад, батарейки або адаптера.

Розміри: має компактну форму-фактор з розмірами приблизно 68.6 мм на 53.4 мм.

Arduino Uno є легким у використанні, має велику спільноту розробників та доступність багатьох додаткових модулів і компонентів, що робить її популярним вибором для початківців і професіоналів в галузі розробки електроніки.

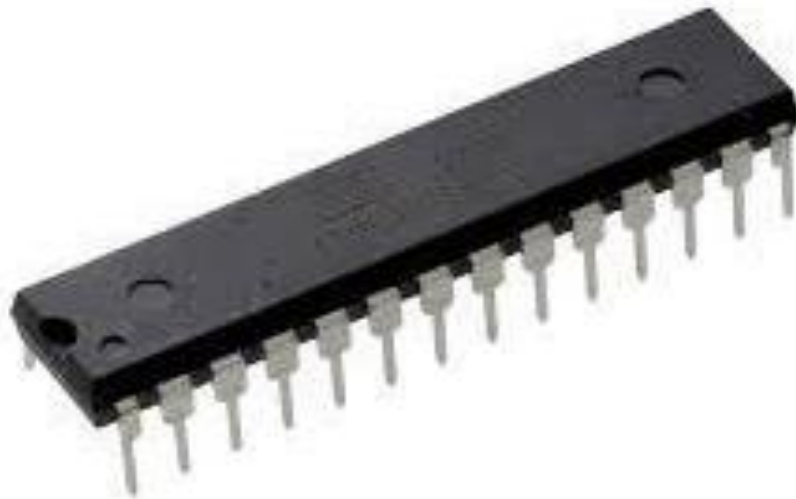


Рисунок 2.10 – мікроконтролер ATmega328P [46]

Мікроконтролер ATmega328P використовується в даній системі для обробки сигналу та керування вимірювальним модулем. ATmega328P є популярним мікроконтролером, розробленим компанією Atmel (зараз Microchip Technology). Він базується на архітектурі AVR і має вбудовану пам'ять програм та периферійні пристрої [47].

Мікроконтролер ATmega328P забезпечує функціональні можливості для зчитування вхідного аналогового сигналу з мікрофона через АЦП, перетворення його на цифровий формат та подальшу обробку. Він також здатний керувати

фільтром низьких частот та здійснювати комунікацію з Wi-Fi модулем для передачі даних до сервера.

ATmega328P має достатню потужність обчислювальних ресурсів та периферійних пристроїв, щоб ефективно виконувати функції вимірювального модуля. Він є надійним та широко використовуваним мікроконтролером у багатьох проектах, особливо в сфері вбудованих систем і IoT пристроїв.

Мікросхема LM386 (рисунок 2.11, рисунок 2.12 ) є низько потужним аудіоупосилувачем, який широко використовується для підсилення аудіосигналів в простих аудіо-проектах.



Рисунок 2.11 – Мікросхема LM386 [48]

Розглянемо основні характеристики мікросхеми LM386.

1. Тип: інтегральна мікросхема з низько потужним аудіоупосилувачем.
2. Вихідна потужність: має можливість підсилювати аудіосигнали з вихідною потужністю до 1 ватта.
3. Напруга живлення: звичайно працює з однією низькою напругою живлення в діапазоні від 4 до 12 вольт.
4. Чутливість: має регульовану чутливість, що дозволяє налаштувати рівень підсилення залежно від потреби.

5. Керування гучномовцем: може безпосередньо підключатися до гучномовця або навушників без необхідності використання додаткових зовнішніх компонентів.

6. Низький рівень спотворень: забезпечує добру якість звуку з низьким рівнем спотворень.

7. Простота використання: мікросхема LM386 має невелику кількість зовнішніх компонентів, що дозволяє легко і швидко інтегрувати її в проект.

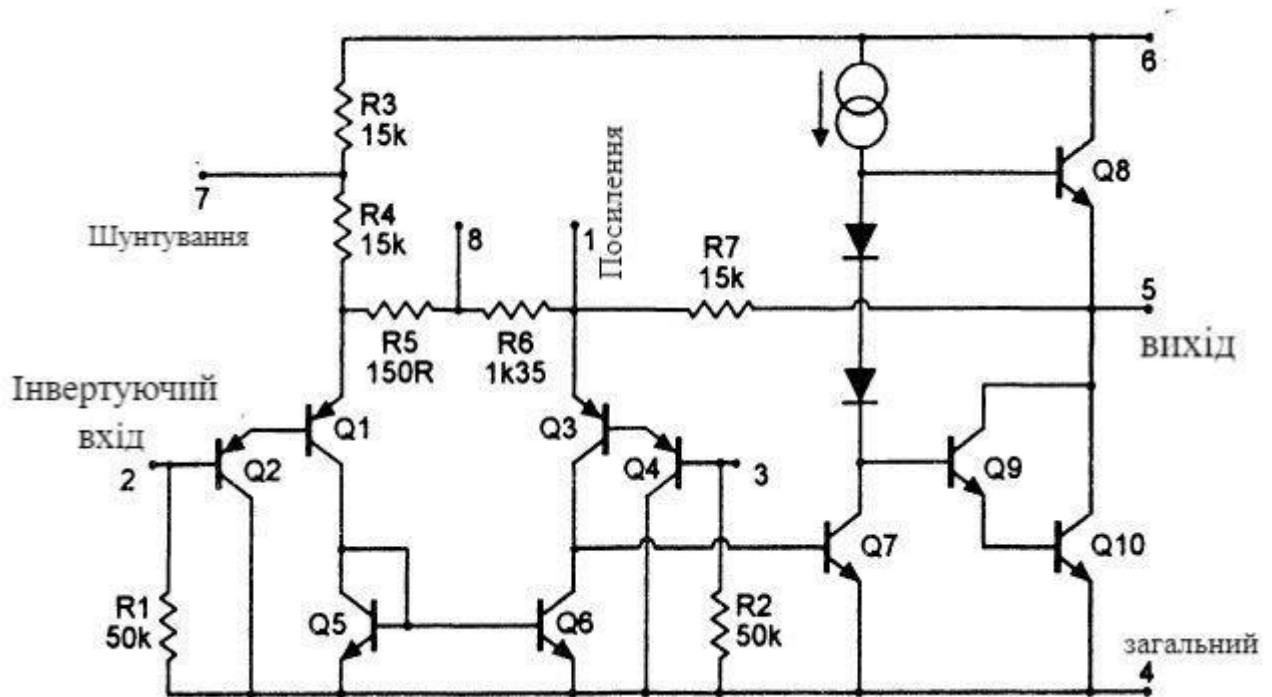


Рисунок 2.12 – Внутрішня принципова схема LM386 [49]

Капсульний електретний конденсаторний мікрофон (рисунок 2.13) - це тип мікрофона, що використовує капсулу з електретним конденсатором для збору звуку. Він компактний і має форму капсули, що робить його зручним для використання у випадках, коли простір обмежений. Має високу чутливість, що дозволяє йому збирати нюанси та деталі звуку. Зазвичай в мікрофона є широкий діапазон частотної характеристики, що дозволяє йому точно збирати широкий спектр аудіочастот. Вимагає джерела живлення, яке зазвичай надається пристроєм, до якого він підключений, таким як аудіоінтерфейс або камера, або через зовнішнє джерело живлення.



Рисунок 2.13 – Капсульний електретний конденсаторний мікрофон [50]

### 2.2.2 Підключення усіх компонентів

Схема вимірювання рівня звуку на основі плати Arduino та мікрофона представлена на наступному рисунку 2.14.

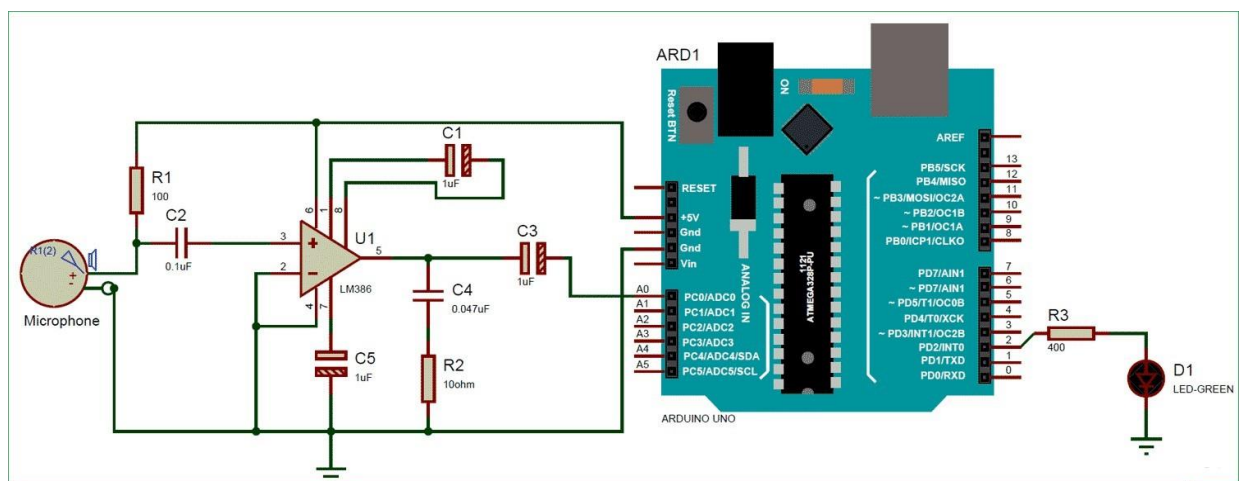


Рисунок 2.14 – Схема проекту

У нашій схемі використано мікросхему LM386 як підсилювач звукових сигналів. Це дозволяє нам посилити сигнал, який надходить з конденсаторного мікрофона. Вихідний сигнал з підсилювача підключається до аналогового контакту на платі Arduino.

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Коефіцієнт підсилення підсилювача LM386 може бути налаштований за допомогою підключення конденсатора або резистора до його контактів 1 і 8. Залежно від значень цих компонентів, коефіцієнт посилення може становити від 20 до 200. У нашому проекті ми використовуємо максимальний коефіцієнт підсилення, для чого підключаємо конденсатор ємністю 10 мкФ між контактами 1 і 8. Важливо враховувати полярність підключення конденсатора, де негативний висновок підключається до 8 контакту підсилювача. Підсилювач живиться від контакту 5V на платі Arduino.

У схемі також використовується конденсатор C2 для фільтрації шумів, які можуть надходити з мікрофона. Він фільтрує будь-які постійні рівні шуму, що можуть супроводжувати змінний струмовий сигнал з мікрофона. Аналогічно, конденсатор C3 на виході підсилювача використовується для фільтрації постійного рівня шуму, який може з'явитися в процесі посилення сигналу.

### 2.3 Вибір методів і середовища розробки програмного забезпечення

Arduino - це відкрите апаратне та програмне середовище для розробки прототипів електронних пристроїв. Воно має наступні основні характеристики та інтерфейс [51].

1. Мікроконтролер: Arduino базується на мікроконтролерах AVR (Atmel) або ARM Cortex-M (залежно від моделі). Це компактні, потужні та енергоефективні мікроконтролери, які виконують обробку даних та керують підключеними пристроями.

2. Інтерфейси: Arduino має різні типи вхідно-вихідних портів для підключення до зовнішніх пристроїв. Зазвичай це цифрові порти (GPIO - General Purpose Input/Output), аналогові входи, протоколи зв'язку, такі як UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), SPI (Serial Peripheral Interface) та I2C (Inter-Integrated Circuit).

3. Плати Arduino: існує кілька моделей плат Arduino з різними характеристиками. Найпопулярніші з них - Arduino Uno, Arduino Mega, Arduino Nano, Arduino Due та Arduino Leonardo. Кожна з цих плат має свої особливості,

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		32

такі як кількість вхідно-вихідних портів, розмір, швидкість роботи та рівень складності.

4. Програмне середовище Arduino IDE: Arduino постачається з власним програмним середовищем розробки, відомим як Arduino IDE. Це просте та легке у використанні інтерфейсне середовище, яке дозволяє писати, компілювати та завантажувати програми на плату Arduino. Arduino IDE підтримує мову програмування C/C++, а також надає доступ до багатьох готових бібліотек та прикладів коду.

5. Розширення та модулі: Arduino дозволяє підключати різноманітні розширення та модулі для розширення можливостей платформи. Це можуть бути датчики, актуатори, екрани, бездротові модулі, GPS-модулі та багато іншого. Ця гнучкість дозволяє створювати різноманітні прототипи та системи залежно від потреб проекту.

Arduino IDE є інтегрованим середовищем розробки (Integrated Development Environment), яке було створене компанією Arduino.cc і доступне для всіх зацікавлених осіб на офіційному веб-сайті. Це середовище дозволяє програмувати плати Arduino шляхом створення скетчів (файлів з кодом), компілювання їх і завантаження на плату та її модулі. Arduino IDE працює на платформі Java і надає набір команд та функцій, які є важливими на різних етапах програмування, таких як редагування, налагодження та компіляція коду [52].

Arduino IDE є дуже популярним серед багатьох користувачів, оскільки воно є простим у використанні як для досвідчених розробників, так і для новачків. Також сприяє поширенню цього продукту те, що він має відкритий вихідний код, що дозволяє користувачам створювати нові бібліотеки, здійснювати модифікації та додавати нові функціональності. Такий тип ліцензії також дозволяє виправляти помилки в програмі, що робить її кращою і зручнішою для інших користувачів. Важливою роллю також є те, що компанія Arduino.cc створила продукт, який доступний на різних платформах, таких як Mac OS, Windows і Linux, і зробила його безкоштовним.

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
						33
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Оскільки Arduino IDE призначено для розробки проектів для користувачів будь-якого рівня, важливо мати зручний та легко зрозумілий інтерфейс.

Для роботи з датчиком KY-038 на базі модуля ESP32 можна використати програмне середовище Arduino і мову програмування Arduino C++. Можна використовувати інші програми для реалізації системи, але Arduino є найкращим середовищем, оскільки воно дозволяє писати код з ефективним використанням пам'яті, має широкий вибір бібліотек коду і наявність великої спільноти розробників, що допомагає знайти інформацію для розробки.

Arduino використовує власну версію мови програмування, яка базується на мові C++. Ця мова програмування називається Arduino C++ або Arduino Programming Language. Вона є спеціалізованою версією C++, яка має деякі особливості та додаткові бібліотеки для роботи з платами Arduino [53].

Arduino C++ дозволяє розробникам писати програми для керування платами Arduino, включаючи взаємодію з датчиками, актуаторами та іншими периферійними пристроями. Вона має простий синтаксис, що дозволяє швидко створювати програми навіть користувачам з обмеженим досвідом програмування.

Arduino C++ використовується разом з Arduino IDE, яке надає зручне середовище для редагування, компіляції та завантаження програм на плати Arduino. За допомогою Arduino C++ можна виконувати різні операції, такі як читання та запис до пінів, керування часом, обробка даних з датчиків та багато іншого.

Arduino C++ дозволяє розробникам створювати різноманітні проекти з використанням плат Arduino, починаючи від простих світлодіодних миготливих ефектів до складних систем автоматизації та IoT-пристроїв. Завдяки простоті та доступності Arduino C++, вона є популярним вибором для багатьох електронних проектів.

По-перше, Arduino має багато готових бібліотек та пакетів, які спрощують роботу з різноманітними датчиками, включаючи KY-038. Ці бібліотеки надають готові функції та методи для зчитування даних з датчика, що полегшує розробку та спрощує програмування.

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		34

По-друге, мова програмування Arduino C++ є основною мовою програмування для Arduino. Вона дозволяє ефективно використовувати ресурси мікроконтролера ESP32, такі як пам'ять та процесорний час. Вона також надає можливість створювати складні функції та алгоритми для обробки даних з датчика KY-038.

По-третє, модуль ESP32, який використовується з Arduino, має вбудовані аналогові входи. Для роботи з датчиком KY-038, який зазвичай передає аналоговий сигнал, можна використовувати ці аналогові входи для зчитування значень з датчика.

Для роботи з платою Arduino Uno, мікросхемою LM386 та конденсаторними мікрофоном також обрано середовище розробки Arduino.

Arduino Uno є однією з найпопулярніших платформ Arduino, і середовище Arduino створене спеціально для роботи з цією платою. Тому воно забезпечує повну сумісність та підтримку для Arduino Uno, що дозволяє зручно розробляти програми та проектувати системи на цій платформі .

Можна використовувати програмне забезпечення Fritzing для створення макетної та ініціативної схеми з метою візуалізації. Fritzing є відкритим програмним забезпеченням, яке спрощує і робить електроніку доступною для створення. Воно використовується для віртуального моделювання електричних схем. Якщо в стандартних бібліотеках програми відсутній якийсь елемент схеми, можна знайти потрібний компонент у веб-джерелах, які сумісні з програмним забезпеченням.

У ArduinoIDE існує кілька бібліотек, які дозволяють обробляти звукові дані. Ось кілька з них [54 ]:

- Arduino Sound library: ця бібліотека входить до складу Arduino IDE і надає можливості простого відтворення звуків з динаміка або інших аудіо пристроїв. Вона підтримує різні формати звукових файлів, такі як WAV і MP3;
- Mozzi: це потужна бібліотека для генерації звуків в реальному часі на Arduino. Вона має великий набір функцій для синтезу та обробки звукових сигналів. Mozzi дозволяє створювати музику, звукові ефекти та інші аудіоаплікації з використанням мікроконтролера Arduino;

- TMRpcm: ця бібліотека дозволяє відтворювати аудіофайли з формату WAV без додаткових аудіо модулів. Вона працює на різних моделях Arduino, включаючи Uno, Mega та Nano. TMRpcm дозволяє контролювати гучність, швидкість відтворення та інші параметри звуку;

- SimpleSDAudio: ця бібліотека дозволяє відтворювати аудіофайли з формату WAV з використанням SD-карти та аудіо модуля. Вона підтримує керування гучністю, відтворення в режимі петлі та інші функції. SimpleSDAudio є хорошим варіантом для проектів, які потребують більшої якості звуку.

- AudioZero: ця бібліотека спеціально розроблена для використання з Arduino Zero або Arduino MKRZero. Вона надає можливості синтезу та обробки звуків в реальному часі з використанням вбудованого аудіо DAC. AudioZero має широкі можливості для створення аудіоаплікацій.

## 2.4 Вибір модуля управління системою «Розумний дім»

Вибір модуля управління розумним будинком залежить від різних факторів, таких як ваші потреби, бюджет, тип і кількість пристроїв, які ви плануєте інтегрувати, і рівень технічних навичок [55].

Модуль управління розумним будинком є центральною системою, яка координує і керує різними пристроями і системами в розумному будинку. Дозволяє керувати різними пристроями в будинку з одного місця. Це означає, що користувач може контролювати освітлення, опалення, кондиціонування повітря, системи безпеки, аудіо-відеообладнання та інші функції за допомогою одного інтерфейсу або додатка на смартфоні. Це дозволяє забезпечити зручність, ефективність та енергозбереження управління домашньою системою. Це забезпечує зручність та ефективність управління всіма пристроями в будинку.

Модуль управління дозволяє налаштовувати різні автоматизовані сценарії і режими роботи для пристроїв в системі "Розумний дім". Наприклад, можна програмувати автоматичне вмикання світла та опалення певного часу доби або відповідно до наявності людей в приміщенні. Це не тільки забезпечує зручність,

але й допомагає знизити споживання енергії і оптимізувати функціонування системи.

Модуль управління надає можливість взаємодії користувача з системою "Розумний дім". Це може бути здійснено через панель керування на стіні, пульт дистанційного керування, голосові команди або мобільний додаток. Взаємодія з користувачем дозволяє налаштовувати параметри системи, отримувати статусні повідомлення та сповіщення, контролювати безпеку та багато іншого. Це дає користувачеві повний контроль над домашньою системою навіть на відстані.

Модуль управління відстежує стан різних пристроїв та систем в будинку. Він може надсилати сповіщення на ваш телефон або електронну пошту у разі виникнення проблем або спрацювання датчиків безпеки, наприклад, димових або протитипових. Це допомагає вчасно реагувати на події та забезпечує спокій та безпеку.

Модуль управління також відіграє важливу роль у забезпеченні безпеки в системі "Розумний дім". Він може контролювати системи безпеки, такі як камери відеоспостереження, сигналізація та датчики пожежі. Модуль управління може надсилати сповіщення користувачу про будь-які підозрілі або небезпечні події, що відбуваються в системі.

Модуль управління може інтегруватися з іншими системами в будинку, такими як система освітлення, система безпеки, система опалення, аудіо- та відеосистеми тощо. Це дозволяє створювати комплексні рішення, де різні системи взаємодіють між собою та працюють у відповідності до ваших потреб і переваг.

В загальному, він є мозком системи, який дозволяє забезпечити зручне, ефективне та безпечне функціонування всіх підключених пристроїв і систем в домашньому середовищі.

Одним з хороших виборів модуля управління розумним будинком є Zipato ZiraTile (рисунок 2.15) [56] розроблений компанією Zipato, який використовується для керування розумним будинком і інтеграції різних пристроїв і систем.

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		37



Рисунок 2.15 – Модуля управління розумним будинком Zipato ZiraTile [57]

Модуль підтримує зв'язок з різними пристроями і системами, такими як датчики, реле, освітлення, системи безпеки, опалення та кондиціонування повітря, аудіо- та відеосистеми, інтернет-сервіси та інше. Це дозволяє централізовано керувати різними аспектами вашого розумного будинку.

Zipato ZiraTile підтримує інтеграцію з різними протоколами і пристроями, такими як Z-Wave, ZigBee, KNX, Wi-Fi, Bluetooth і багатьма іншими. Це робить його сумісним з широким спектром розумних пристроїв, таких як освітлення, термостати, системи безпеки, аудіо-відео обладнання і багато інших.

Модуль Zipato ZiraTile має вбудований сенсорний дисплей, який дозволяє легко контролювати та налаштовувати систему розумного будинку без потреби в додаткових пристроях. Крім того, він оснащений різними сенсорами, такими як датчик руху, датчик температури, вологості, освітлення тощо, що дозволяє збирати різноманітні дані для автоматизації та контролю систем.

Zipato ZiraTile має вбудовану систему безпеки і моніторингу, яка включає в себе відеоспостереження, датчики руху та витoku води, системи тривоги та інші функції безпеки. Це дозволяє користувачам відчувати себе безпечно і контролювати події в своєму будинку.

Завдяки мобільному додатку Zipato, користувачі можуть керувати розумним будинком з будь-якого місця за допомогою смартфона або планшета. Це дає можливість віддалено керувати освітленням, опаленням, безпекою тощо, навіть якщо користувачі перебувають поза будинком.

Підтримка мережі:

- Wi-Fi 802.11 b/g/n;
- Ethernet (адаптер, опціонально);
- Bluetooth 4.0;
- Z-Wave+ 500 сериї;
- ZigBee HA та інші.

## 2.5 Висновки

Для роботи було обрано два датчики, та відповідно дві різні мікросхеми та плати.

1. Модуль ESP32 з вбудованим Wi-Fi та Bluetooth, датчика звуку KY-038.
2. Плати Arduino Uno, мікросхему LM386 та конденсаторного мікрофона.

Для середовища розробки програмного забезпечення було обрано Arduino. Це відкрите апаратне та програмне середовище для розробки прототипів електронних пристроїв. Arduino має різні типи вхідно-вихідних портів для підключення до зовнішніх пристроїв. Програмне середовище Arduino IDE: Arduino постачається з власним програмним середовищем розробки, відомим як Arduino IDE. Це просте та легке у використанні інтерфейсне середовище, яке дозволяє писати, компілювати та завантажувати програми на плату Arduino. Arduino IDE підтримує мову програмування C/C++, а також надає доступ до багатьох готових бібліотек та прикладів коду. Arduino дозволяє підключати різноманітні розширення та модулі для розширення можливостей платформи. Це можуть бути датчики, актуатори, екрани, бездротові модулі, GPS-модулі та багато іншого. Ця гнучкість дозволяє створювати різноманітні прототипи та системи залежно від потреб проекту. Arduino використовує власну версію мови програмування, яка базується на мові C++. Ця мова програмування називається

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		39

Arduino C++ або Arduino Programming Language. Вона є спеціалізованою версією C++, яка має деякі особливості та додаткові бібліотеки для роботи з платами Arduino.

Обрано модуль управління розумним будинком є центральною системою, який координує і керує різними пристроями і системами в розумному будинку. Його універсальність, вбудований дисплей і сенсори, голосове керування, безпека та доступність через мобільний додаток роблять його привабливим вибором для розумних будинків.

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		40

## 3 РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ГУЧНОСТІ

### 3.1 Виявлення різних типів звуків датчиками

Датчики виявляють різні типи звуків за допомогою різних принципів і технологій [58].

Деякі датчики можуть аналізувати частотний спектр звукових хвиль. Вони вимірюють розподіл енергії звуку в різних частотних діапазонах і можуть виявляти особливі частотні характеристики, які відрізняються для різних типів звуків. Наприклад, голос людини має характерні частотні особливості, які відрізняють його від інших звуків.

Цей метод вимірює імпеданс (електричний опір) або імпедансний спектр звуку. Різні типи звуків можуть мати відмінні значення імпедансу, і датчики можуть розпізнавати ці різниці. Наприклад, датчики, що використовуються в медичних пристроях для аудіометрії, можуть вимірювати імпеданс у вусі пацієнта для виявлення різних типів аудіальних порушень.

Датчики можуть аналізувати амплітуду звукових хвиль, тобто їхню інтенсивність. Різні типи звуків можуть мати різні рівні амплітуди або характерні зміни амплітуди з часом. Наприклад, датчики, використовувані в системах протипожежної сигналізації, можуть виявляти високі рівні амплітуди для сигналів пожежі.

Датчики можуть використовувати спектральний аналіз для виявлення різних типів звуків. Вони аналізують спектральний склад звукових хвиль, виявляючи особливі частоти або спектральні шаблони, які характерні для певних типів звуків. Наприклад, датчики, використовувані в системах розпізнавання мови, можуть виявляти специфічні частотні складові для різних мовних фонем.

У таблиці 2.1 зображені різні типи звуків разом із їхніми рівнями звуків в децибелах.

Для нас актуальним і правильним рішенням буде обрати наступні типи звуків: повітряна тривога (сирена повітряної тривоги), спрацювання сирени автомобіля, постріли, вибухи.

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
						41
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Типи звуків та їхня гучність [59]

Звук	Рівень гучності (дБ)
Поріг чутності людського вуха	0
Шелест лист	10
Шепіт	20
Хід годинника	30
Бібліотека	40
Офіс	50
Середній рівень звуку при розмові	60
Спрацювання сирени автомобіля	65-85
Шумна вулиця	70
Шкідливий для здоров'я рівень	75
Дзвінок телефону	80
Пневматичний молоток	90
Потяг метро	100
Рок-концерт	110
Больовий поріг	120
Сирена	130
Постріл з рушниці	140
Старт ракети	150
Смертельний рівень	180
Шумова зброя, ядерний вибух	200

Сирена - це акустичний сигнальний пристрій, який використовується для ефективного передавання звукових сигналів на відкритих просторах або в приміщеннях. Вона використовується в різних галузях, таких як пожежна безпека, правоохоронна діяльність, цивільна оборона, транспортна сигналізація та багато інших.

Принцип роботи сирени полягає у виробленні високочастотного звукового сигналу. Зазвичай це досягається за допомогою електромагнітних принципів. У

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		42

сиренах звук виробляється за рахунок коливання мембрани або ротора, які приводяться в рух електромагнітним полем. Цей рух створює компресію та декомпресію повітря, що в результаті генерує звукові хвилі.

Для того, щоб виявити звук автомобільних сигналів за допомогою датчиків звуку, знадобиться мікрофон або інший датчик звуку, який може реєструвати аудіосигнали. Ось кілька кроків, які можуть допомогти у цьому процесі.

1. Обирається підходящий датчик звуку. Залежно від задачі, можуть підійти різні типи мікрофонів або датчиків звуку. Наприклад, електретний конденсаторний мікрофон є поширеним вибором для реєстрації звуку.

2. Підключається датчик до вхідного пристрою. Підключаємо вихідний сигнал датчика до вхідного пристрою, який здатний зчитувати аналоговий або цифровий звук, наприклад, аудіоінтерфейс або аналогово-цифровий перетворювач (ADC).

3. Записуються або обробляються аудіодані. Використовується програмне забезпечення для запису аудіо або обробки звукових даних. Можна скористатися аудіоредактором, програмою для аналізу звуку або програмою розпізнавання звуку, в залежності від потреб.

4. Задаються параметри фільтрації. Щоб відловити конкретний звук машинного гудку, може знадобитися фільтрація аудіосигналу. Використовуємо фільтри або алгоритми обробки сигналу для виділення потрібного звуку і приглушення непотрібного шуму.

5. Встановлюється пороговий рівень. Налаштовуємо пороговий рівень, який визначає, коли звук машинного гудку вважатиметься виявленим. Можна встановити певний поріг амплітуди чи інші параметри для визначення наявності сигналів.

6. Відловлюється звук та обирається тип реакції.

Запускаємо процес відловлювання звуку та постійно моніторимо отримані дані. Якщо звук машинного гудку перевищує встановлений поріг, можна взяти відповідних заходів, наприклад, сповістити користувача або запустити певні дії.

Важливо пам'ятати, що точність відловлювання залежатиме від якості датчика звуку, обробки сигналу, налаштувань фільтрації та інших факторів.

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		43

Також слід враховувати шумове середовище, де проводиться відловлювання звуку, і спробувати мінімізувати вплив небажаних шумів на результати.

Необхідно використовувати відповідні програмні і апаратні рішення для виконання цих кроків [60]. Реалізація може варіюватися в залежності від конкретних потреб і наявних ресурсів.

Щоб визначити джерело звуку в розумному будинку, коли лунає сирена, можна скористатися розпізнаванням звуку та іншими технологіями, що доступні в конкретній системі розумного будинку. Ось кілька підходів, які можуть допомогти у цьому процесі:

- мікрофони - треба в різних частинах будинку, щоб вони знаходилися в достатній близькості до потенційного джерела звуку, такої як сирена. Мікрофони можуть бути вбудовані в розумні пристрої, такі як домашні асистенти або камери спостереження;

- звукові датчики - спеціалізовані звукові датчики або сенсори, які призначені для виявлення конкретних звуків, включаючи сирени. Ці датчики можуть мати вбудовану аналітику звуку, що дозволить виявити і реагувати на специфічні звукові сигнали;

- аналіз звуку - алгоритми розпізнавання звуку, що базуються на штучному інтелекті, для виявлення сирени. Ці алгоритми можуть бути навчені розрізняти звукові шаблони сирени від інших звуків. При отриманні відповідного співпадіння можна запустити відповідні дії або сповістити користувача про засоби безпеки;

- інтеграція з системою безпеки - пов'яжіть звуковий аналіз з системою безпеки вашого розумного будинку. Це дозволить виявляти сирени та автоматично активувати безпекові заходи, такі як сповіщення служби безпеки, відкриття відеокамер або виклик додаткової інформації про статус будинку.

Важливо пам'ятати, що точність визначення джерела звуку залежить від якості мікрофонів або звукових датчиків, а також від алгоритмів аналізу звуку та конфігурації системи.

## 3.2 Контроль вимірювання рівня звуку (шуму) у децибелах за допомогою Arduino та мікрофону

Повний код програми наведено в додатку А. В даному підрозділі буде коротко розглянуто його основні фрагменти. У кодї програми вхідними даними буде цифровий сигнал, отриманий з АЦП модуля ESP32. На АЦП вхідний аналоговий сигнал надходить з виходу конденсаторного мікрофона і перетворювати його на цифровий сигнал за допомогою АЦП.

Насамперед у кодї програми підключаються всі необхідні бібліотеки, такі як: `Wire.h`, `Adafruit_GFX.h` та `Adafruit_SSD1306.h`. Також задається ширина та висота екрану OLED дисплея в пікселях.

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#define SCREEN_WIDTH 128 // OLED display width, in pixels #define
SCREEN_HEIGHT 64 // OLED display height, in pixels #define OLED_RESET -1 //
Reset pin # (or -1 if sharing Arduino reset pin)
```

Далі оголошується об'єкт для роботи з дисплеєм OLED.

```
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire,
OLED_RESET);
```

Наступними оголошуються дві змінні зберігання даних з виходу АЦП.

```
const int sampleWindow = 50;
unsigned int sample;
```

Після цього даються осмислені імена всім контактам, що використовуються.

### Arduino

```
#define SENSOR_PIN 35
#define PIN_QUIET 33
#define PIN_MODERATE 25
#define PIN_LOUD 26
```

Потім, у функції `setup()`, задаються режими роботи для всіх контактів, що використовуються. Також на всі контакти, до яких підключені світлодіоди, подається рівень `LOW`, та ініціалізується послідовний зв'язок.

```
void setup() {
```

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		45

```

    pinMode(SENSOR_PIN, INPUT); // Set the signal pin as input
pinMode(PIN_QUIET, OUTPUT);     pinMode(PIN_MODERATE, OUTPUT);
pinMode(PIN_LOUD, OUTPUT);     digitalWrite(PIN_QUIET, LOW);
digitalWrite(PIN_MODERATE, LOW); digitalWrite(PIN_LOUD, LOW);
Serial.begin(115200);
    if (!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) {
Serial.println(F("SSD1306 allocation failed"));
    for (;;) // Don't proceed, loop forever
    }
    display.clearDisplay();
    display.setTextSize(2);
    display.setTextColor(WHITE);
    display.display();
    digitalWrite(PIN_LOUD, LOW);
}

```

Далі, у функції loop, зчитуються дані з виходу АЦП і зберігаються в двох змінних (мінімальний і максимальний рівень).

```

unsigned long startMillis = millis();
float peakToPeak = 0;
unsigned int signalMax = 0;
unsigned int signalMin = 1024;
// collect data for 50 mS
while (millis() - startMillis < sampleWindow) { sample =
analogRead(SENSOR_PIN);
    if (sample < 1024) {
    if (sample > signalMax) {
    signalMax = sample;
    }
    else if (sample < signalMin) {
    signalMin = sample;
    }
    }
}
}

```

Після цього віднімається мінімальне значення з максимального і отримана різниця розташовується в діапазоні від 49dB до 90dB і відображається на екрані дисплея.

```

peakToPeak = signalMax - signalMin;
int db = map(peakToPeak, 0, 900, 49, 90);

```

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
						46
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

```
Serial.print("\t");  
Serial.println(db);  
display.setCursor(0, 0);  
display.print("Loudness: ");  
display.print(db);  
display.print("dB");  
digitalWrite(PIN_LOUD, LOW);
```

Потім за допомогою умов if отримане значення перевіряється і в залежності від цього, рівень інтенсивності звуку виводиться на екран дисплея (Moderate, High).

```
else if (db > 60 && db < 85) {  
display.clearDisplay();  
display.setCursor(0, 1);  
display.print("Level:Moderate");  
display.display();  
digitalWrite(PIN_QUIET, LOW);  
digitalWrite(PIN_MODERATE, HIGH);  
digitalWrite(PIN_LOUD, LOW);  
}  
else if (db >= 85 && db <= 90) {  
display.clearDisplay();  
display.setCursor(0, 1);  
display.print("Level:High");  
display.display();  
digitalWrite(PIN_QUIET, LOW);  
digitalWrite(PIN_MODERATE, LOW);  
digitalWrite(PIN_LOUD, HIGH);  
}  
else {  
digitalWrite(PIN_QUIET, LOW);  
digitalWrite(PIN_MODERATE, LOW);  
digitalWrite(PIN_LOUD, LOW);  
}  
delay(200);  
}
```

### 3.3 Інтерфейс програми

За допомогою сукупності керуючих елементів програми, користувач може виконувати різні дії, простими словами інтерфейс програми – це ті кнопки і віконця, які будуть використовуватись для того, щоб програма виконувала необхідні дії.

Інтерфейс моєї програми буде включати меню головної сторінки, меню налаштування, інтерфейс контролю звуку та інтерфейс мобільної версії (сповіщення про небезпечні рівні звуку).

Меню головної сторінки включає:

- домашню сторінку (рисунок 3.1) - перша сторінка або екран, який відображає загальну інформацію про стан розумного будинку, наприклад, температуру, освітлення, безпеку та інші важливі параметри;

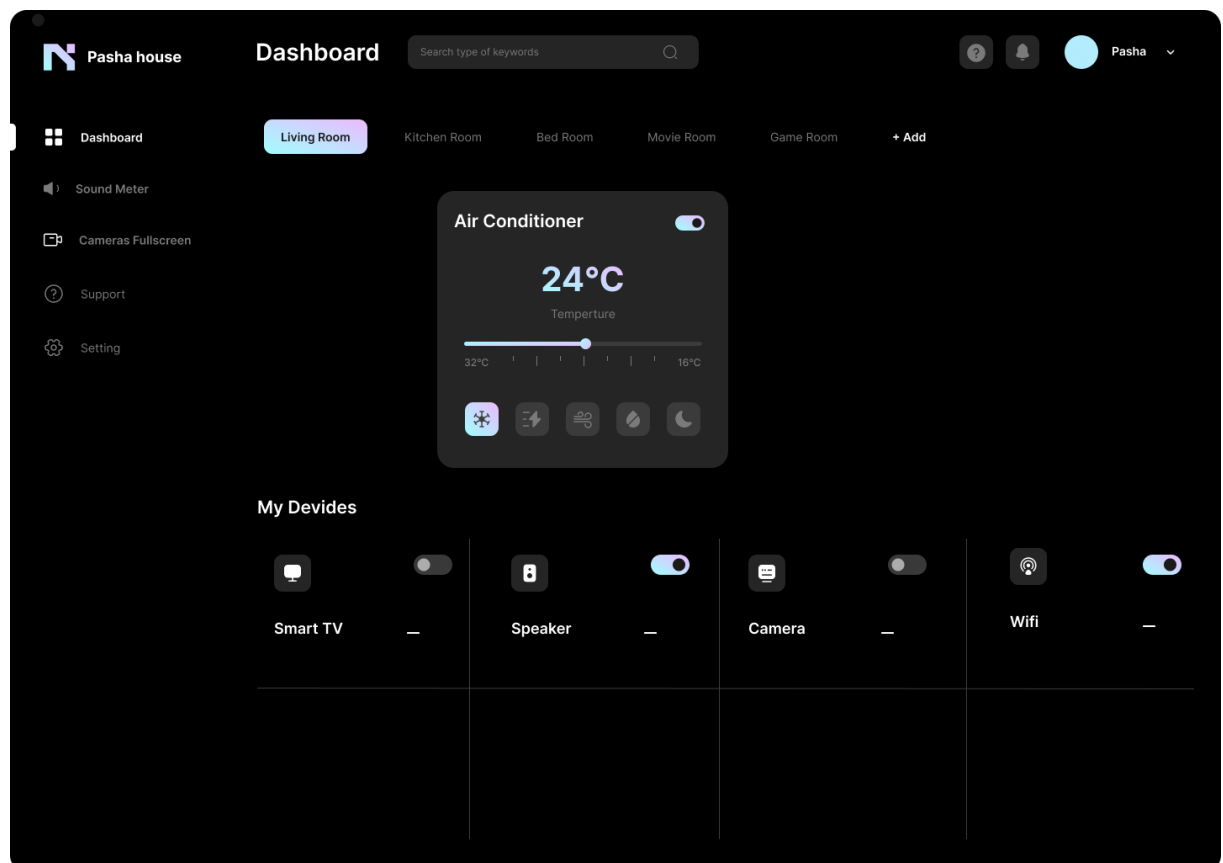


Рисунок 3.1 – Домашня сторінка

- керування пристроями (рисунок 3.2) - цей розділ дозволяє керувати різними розумними пристроями в будинку, такими як освітлення, термостати, системи безпеки, аудіо- та відеообладнання, пристрої для розумної кухні тощо. Ви можете вмикати та вимикаючи пристрої, регулювати параметри, встановлювати режими роботи та інше;

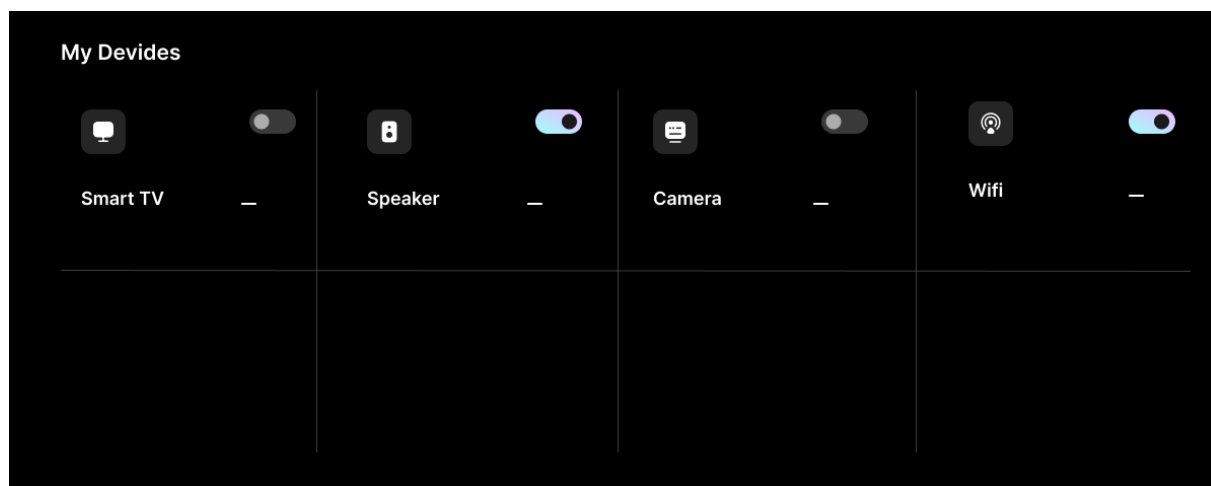


Рисунок 3.2 – Керування пристроями

- автоматизація (рисунок 3.3) - налаштування автоматичних сценаріїв та правил, щоб розумний будинок виконував певні дії автоматично. В рамках даної роботи об'єктом дослідження є лише підсистема контролю гучності звуків, отже перейдемо до налаштувань та поглянемо на надані можливості.

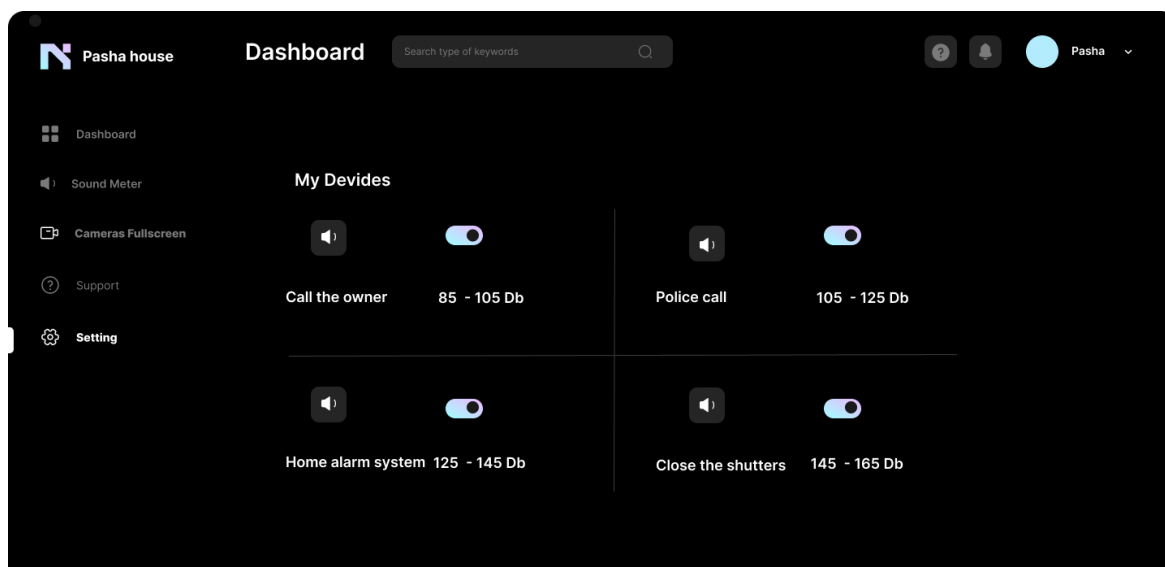


Рисунок 3.3 – Інтерфейс налаштування датчика

З вказаного вище рисунку видно, що при необхідності можна вибрати усі варіанти, а саме:

- повідомити власнику про незвичні речі при відмітці гучності в діапазоні від 70 до 90 Децибел;
- зателефонувати у поліцію якщо гучність звуку коливається в діапазоні від 120 до 140 Децибел;
- увімкнути домашню сигналізацію якщо гучність звуку коливається в розмірі 140 - 150 Децибел;
- закрити ролети при відмітці гучності звуку у 150 - 160 Децибел;
- система моніторингу (рисунок 3.4) - цей розділ дозволяє переглядати статистику, дані та звіти про споживання енергії, води, температури та інших параметрів у вашому розумному будинку. В нашому випадку це рівень звуку.

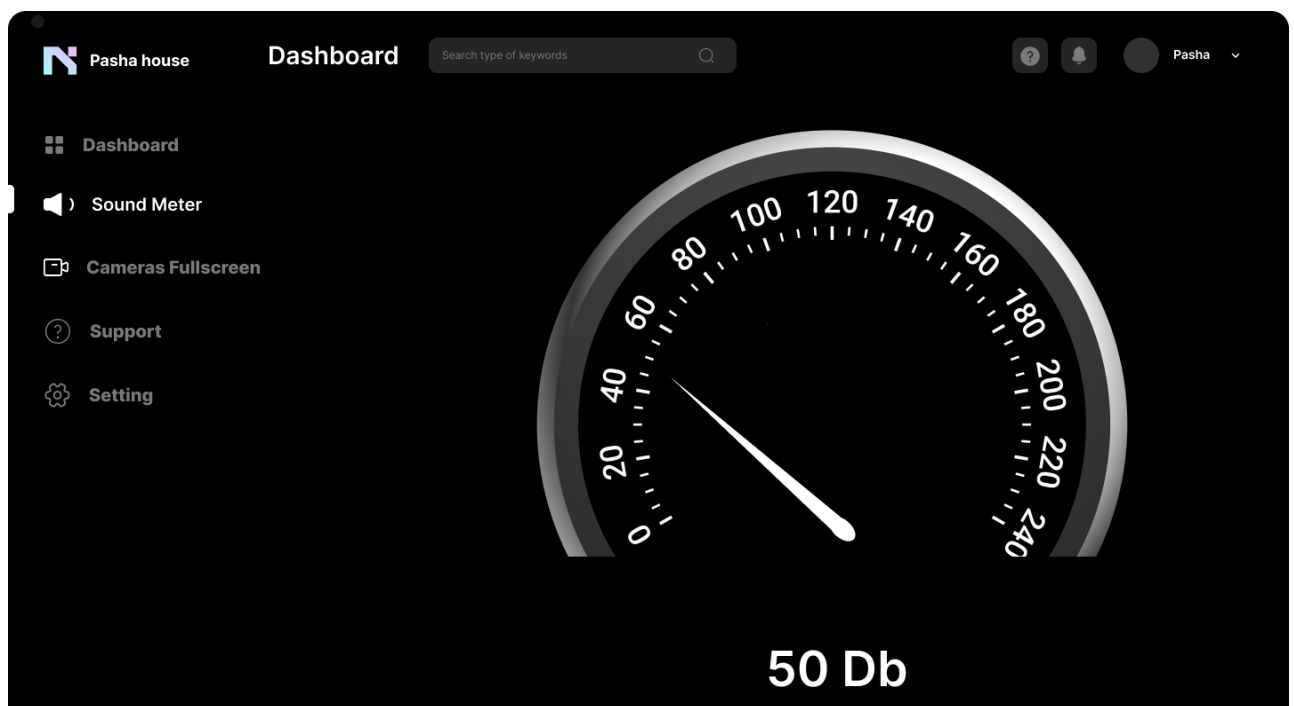


Рисунок 3.4 – Моніторинг рівня звуку

Тепер перейдемо до інтерфейсу мобільної версії, яка буде слугувати сповіщувачем в разі небезпечного або підозрілого рівня звуку. Для кожної градації є своя відповідна реакція, яка повідомляє користувача належним чином про безпеку та вказує йому на можливі випадки, що могли призвести до цього.

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		50

Після огляду налаштувань та вибору відповідних реакцій за власним бажанням, якщо виявлено підозрілий або небезпечний рівень гучності, користувач буде отримувати повідомлення у такому вигляді:

- рівень звуку 70 - 90 Децибел (рисунок 3.5, рисунок 3.6);

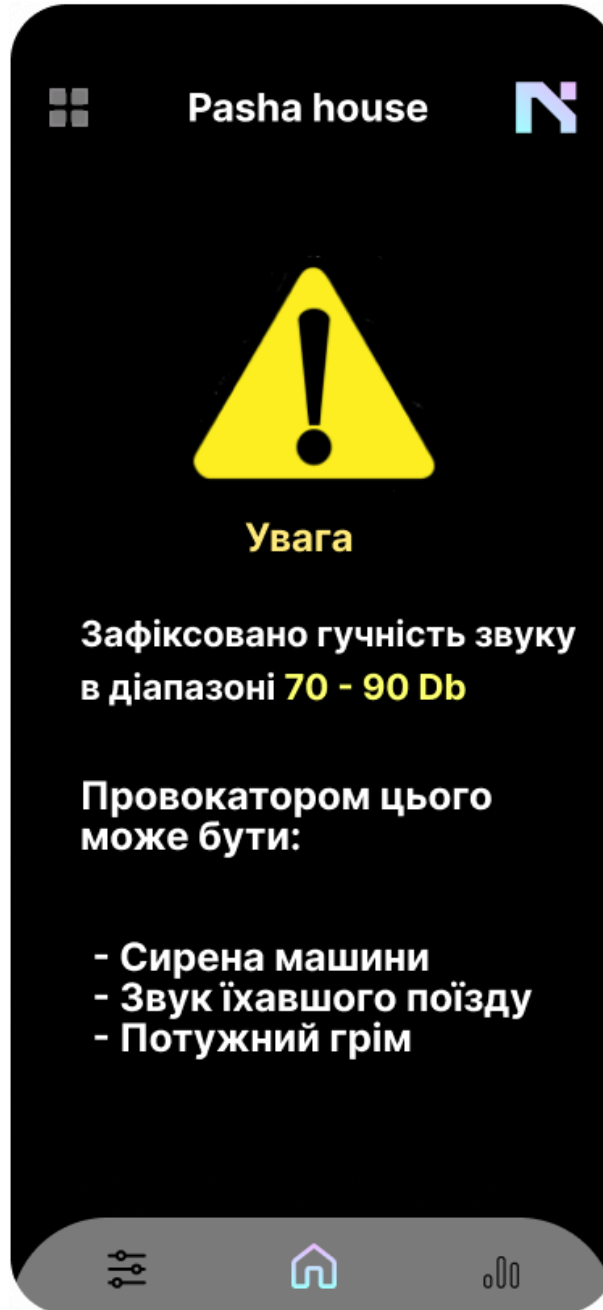


Рисунок 3.5 – Сповіщення про рівень звуку 70-90 Db

Звідси він може перейти у меню "Sound Meter" де йому буде показано поточний рівень гучності:

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		51

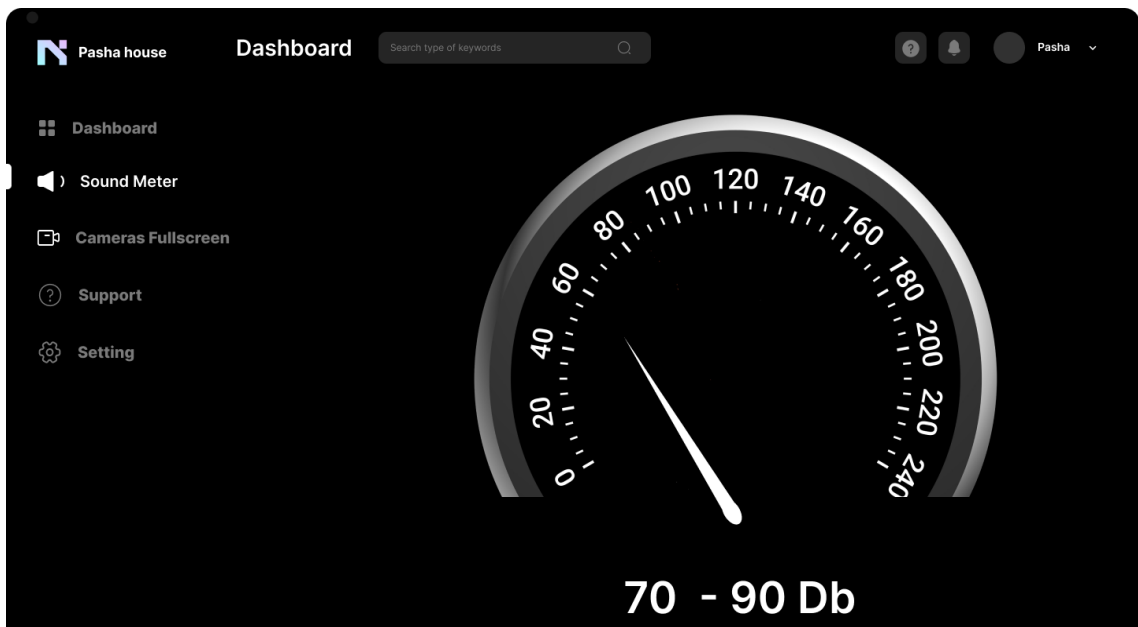


Рисунок 3.6 – Вкладка Sound Meter, яка показує рівень звуку 70-90 Db

- рівень звуку 120 - 140 Децибел (рисунок 3.7, рисунок 3.8); Наприклад реакція на сирену:



Рисунок 3.8 – Сповіщення про рівень звуку 120-140 Db

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ

Арк.

52

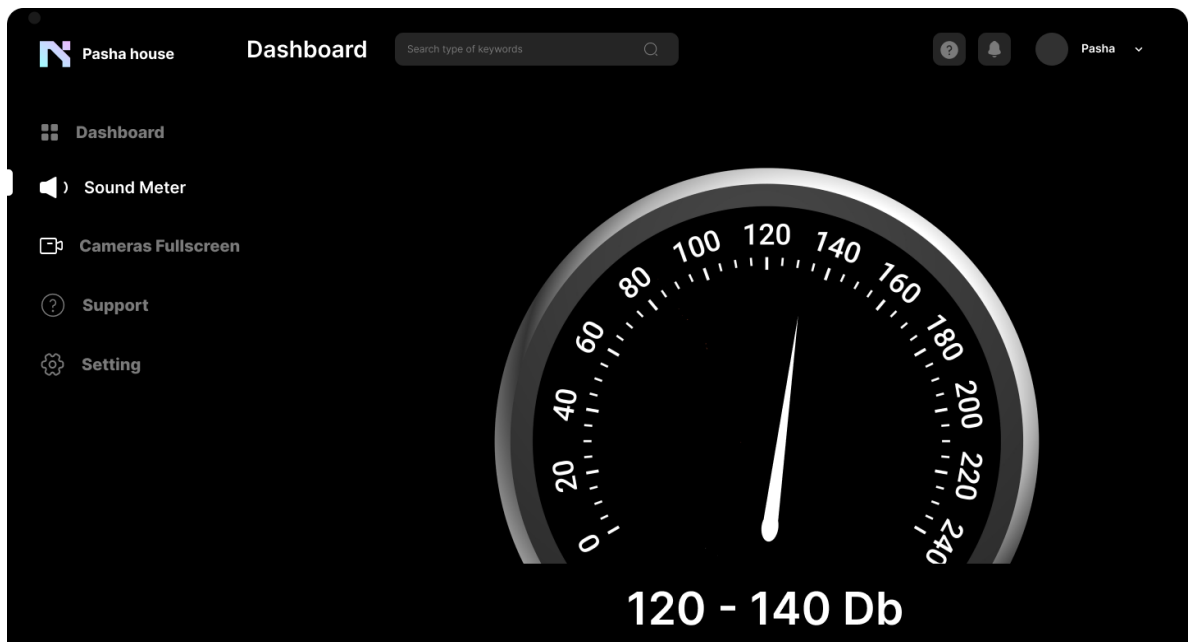


Рисунок 3.7 – Вкладка Sound Meter, яка показує рівень звуку 120-140 Db

- рівень звуку 140 - 150 Децибел (рисунок 3.9, рисунок 3.10).  
Повідомлення на постріл або постріли які пролунали недалеко від будинку;



Рисунок 3.9 – Сповіщення про рівень звуку 140-150 Db

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

КВРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ

Арк.

53

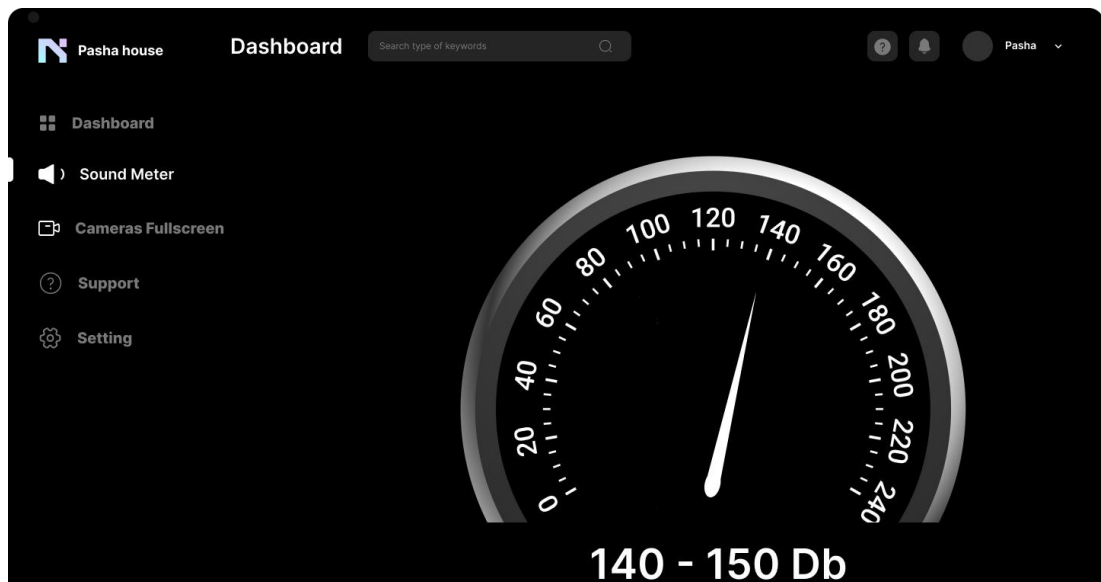


Рисунок 3.10 – Вкладка Sound Meter, яка показує рівень звуку 140-150 Db

- рівень звуку 140 - 150 Децибел (рисунок 3.11, рисунок 3.12).  
 Наостанок показано одну з найвищих і небезпечних позначок для людини;

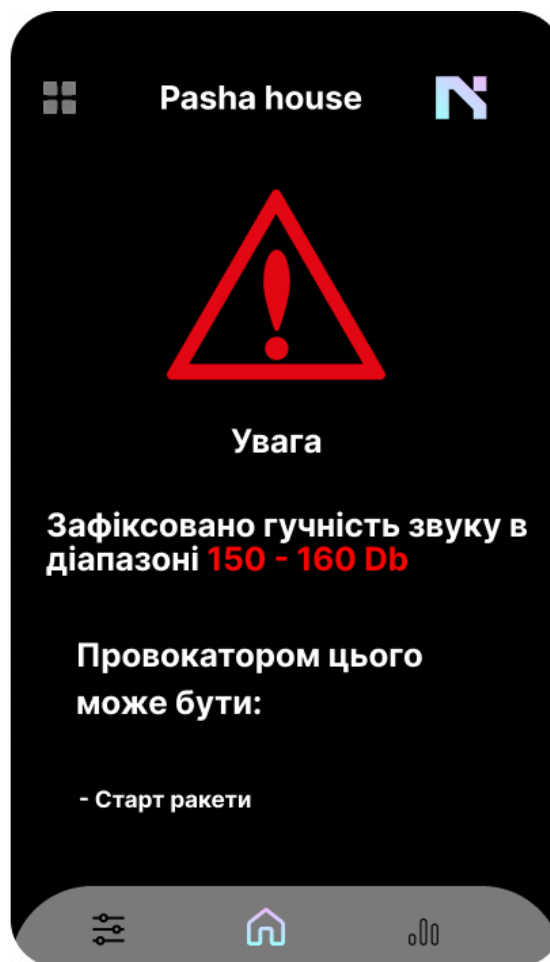


Рисунок 3.11 – Сповіщення про рівень звуку 150-160 Db

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		54

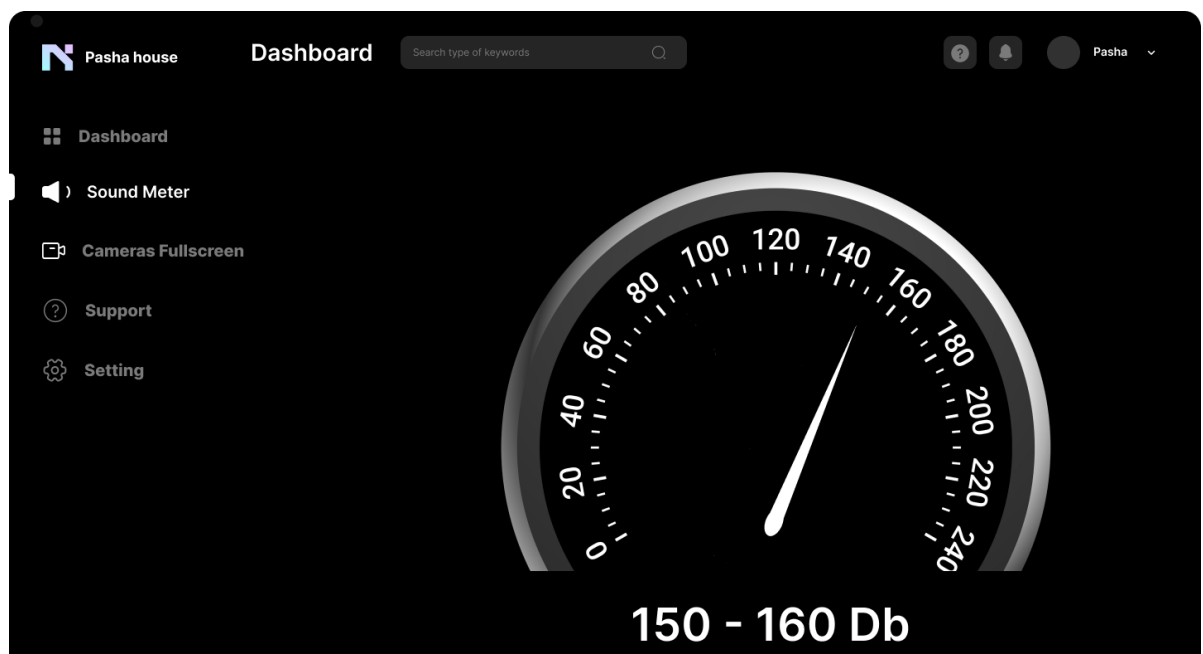


Рисунок 3.12 – Вкладка Sound Meter, яка показує рівень звуку 150-160 Db

### 3.4 Висновки

В третьому розділі реалізовано обрану методику розпізнаванням звуків датчиками.

Датчики виявлення звуків у розумному будинку використовують різні принципи і технології для аналізу різних характеристик звукових сигналів. Вони можуть аналізувати частотний спектр, імпеданс, амплітуду та спектральний склад звуків, що дозволяє розпізнавати різні типи звуків. Це дозволяє системам розумного будинку виявляти голос людини, розпізнавати пожежні сигнали, виявляти аудіальні порушення та навіть розпізнавати мову. Використання датчиків звуку дозволяє підвищити рівень безпеки, комфорту та ефективності розумного будинку.

Особливу увагу приділено наступним типам звуків: повітряна тривога (сирена повітряної тривоги), спрацювання сирени автомобіля, постріли, вибухи. Описано характеристики та кроки розпізнавання кожного звуку.

Написано код для реалізації нашої програми для Arduino.

Також зображено інтерфейс програми ( меню головної сторінки, меню налаштування, інтерфейс контролю звуку та інтерфейс мобільної версії

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		55

(сповіщення про небезпечні рівні звуку).

Розроблено декілька сценаріїв різних рівнів звуків та сповіщення до кожного з них:

- повідомити власнику про незвичні речі при відмітці гучності в діапазоні від 70 до 90 Децибел;
- зателефонувати у поліцію якщо гучність звуку коливається в діапазоні від 120 до 140 Децибел;
- увімкнути домашню сигналізацію якщо гучність звуку коливається в розмірі 140 - 150 Децибел;
- закрити ролети при відмітці гучності звуку у 150 - 160 Децибел.

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		56

## ВИСНОВОК

У першому розділі розглянуто історію розумних домів та їхні основні характеристики. Розумний дім - це система, яка дозволяє керувати різними функціями дому за допомогою смартфона, планшета, комп'ютера чи голосового асистента. Технології, які використовуються в розумних будинках, включають домашні контролери, розумні пристрої, Інтернет речей та голосових асистентів.

Головні підсистеми розумного дому включають системи освітлення, клімат-контролю, безпеки та моніторингу, комунікаційних мереж і мультимедіа. Важливу роль в системі відіграють датчики руху/присутності та датчики зчитування параметрів, які забезпечують збір необхідної інформації про навколишній простір.

Також проаналізовано та проведено порівняння декількох актуальних рішень готових систем "Розумний дім", таких як Ajax, BroadLink та Fibaro, щоб дати уявлення про доступні на ринку варіанти таких систем.

Крім того, описано структуру системи контролю рівня звуку, яка складається з різних компонентів, таких як мікрофон, фільтр низьких частот, мікропроцесор, Wi-Fi модуль, сервер та веб-додаток. Дана система використовується для вимірювання рівня звуку в розумному домі.

В цілому, розумний дім є інноваційним рішенням, яке сприяє зручності, безпеці та енергоефективності управління житлом, і використовує різні технології для цього.

У процесі роботи було обрано два різні датчики та відповідні мікросхеми та плати для реалізації системи контролю рівня звуку в розумному будинку. Перший варіант включав модуль ESP32 з вбудованим Wi-Fi та Bluetooth та датчик звуку KY-038, а другий - плати Arduino Uno, мікросхему LM386 та конденсаторний мікрофон.

Для розробки програмного забезпечення було обрано середовище Arduino, яке є відкритим апаратним та програмним середовищем для розробки електронних пристроїв. Arduino пропонує різні типи вхідно-вихідних портів для підключення до зовнішніх пристроїв. Arduino IDE є простим та зручним

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		57

інтерфейсним середовищем, яке дозволяє писати, компілювати та завантажувати програми на плату Arduino. Arduino підтримує мову програмування C/C++ та надає доступ до багатьох готових бібліотек та прикладів коду. Більша гнучкість Arduino дозволяє підключати різноманітні розширення та модулі для розширення можливостей платформи.

Також було обрано модуль управління розумним будинком, який виступає центральною системою, що координує та керує різними пристроями і системами в розумному будинку.

Загалом, вибір датчиків, мікросхем та плат, а також використання середовища Arduino дозволяють реалізувати контроль рівня звуку в розумному будинку і створити прототип системи для подальшого розвитку та впровадження.

У третьому розділі даної роботи детально розглянуто методику розпізнавання звуків за допомогою датчиків. Датчики виявлення звуків в розумному будинку використовують різні принципи і технології для аналізу характеристик звукових сигналів, що дозволяє розпізнавати різні типи звуків. Зокрема, взято до уваги звуки повітряної тривоги, спрацювання сирени автомобіля, звуки пострілів та вибухів.

Розглянуто характеристики кожного типу звуку та описано кроки, необхідні для їх розпізнавання. На основі цих характеристик розроблено програму для платформи Arduino, яка здатна розпізнавати ці звуки і виконувати відповідні дії.

Також розроблено інтерфейс програми, який включає головне меню, меню налаштувань, інтерфейс контролю звуку та мобільний інтерфейс для сповіщення про небезпечні рівні звуку. Це дозволяє користувачу зручно керувати програмою і отримувати сповіщення у випадку небезпечних рівнів звуку.

Крім того, розроблено кілька сценаріїв для різних рівнів звуку, які включають повідомлення власнику про незвичні речі, зателефонувати у поліцію, увімкнути домашню сигналізацію та закрити ролети в залежності від зареєстрованого рівня гучності. Ці сценарії підвищують безпеку та комфорт розумного будинку, реагуючи на небезпечні звукові сигнали.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Wing C. How Your House Works: A Visual Guide to Understanding and Maintaining Your Home (RSMMeans) Paperback. July 18, 2018. 240 p.
2. Технології розумного будинку. URL: <https://ktc.ua/blog/kts-cikave-shcho-take-rozumniy-budinok-i-naskilki-mi-smart.html> ( дата звернення: 05.03.2023).
3. Rockis G. J. Residential Wiring and Smart Home Technology. 4th Edition, 2019. 616 p.
4. Можливості розумного будинку. URL: <https://oxorona.com/smart-home/> (дата звернення: 06.03.2023).
5. Flanagan B. Flanagan's Smart Home: The 98 Essentials for Starting Out, Starting Over, Scaling Back. November 1, 2008. 216 p.
6. Прилади для розумного будинку. URL: <https://nachasi.com/tech/2017/09/28/rozumni-budynky/> (дата звернення: 07.03.2023).
7. Головні підсистеми. URL: <https://ek.ua/ua/post/1990/618-что-takoe-umnyy-dom-funkcii-vidy-sostavlyayushchie-i-ekosistemy/> ( дата звернення: 08.03.2023).
8. Rockis G. J. Residential Wiring and Smart Home Technology. 616 p
9. Гаджети в розумному будинку. URL: <https://sundries.com.ua/iaki-hadzhet-y-maiut-but-y-v-rozumnomu-budynku/> ( дата звернення: 09.03.2023).
10. Nagood R. A. Smart Lighting Made Easy: The Complete Step-by-Step Guide to Philips Hue Smart Lighting System. 2023. 108 p.
11. Теслюк В. М., Береговська Х. В., Береговський В. В. *Модель роботи підсистем освітлення та охорони інтелектуального будинку*. Науковий вісник НЛТУ України, 2013, 23.10: 297-303 с.
12. Сисоєва К. В. *Методи та програмно-технічний засіб управління енергоефективністю в підсистемі клімат-контролю в кіберфізичній системі «Розумний будинок» : кваліфікаційна робота магістра / Хмельницький національний університет. Хмельницький, 2022. 114 с.*

					КВРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		59

13. Система відеоспостереження. URL: <https://smarttech.com.ua/ru/mozhливosti-rozumnogo-videosposterezhennya/> ( дата звернення: 10.03.2023).

14. Охоронно-пожежна сигналізація для дому. URL: <https://el-roi.com.ua/okhranno-pozharnaya-signalizaciya-dlya-do/>. ( дата звернення: 11.03.2023)

15. телекомунікаційна мережа. URL: <https://www.everest.ua/tehnologiya-rozumnogobudynku-yak-ai-stvoryuye-prostirkomfortnyj-dlya-zhyttya/> (дата звернення: 13.03.2023).

16. Котунова., Д. Г. *Огляд DIY елементів для систем «Smart Home»* / Д. Г. Котунова, О. М. Павловський // XIII Науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Погляд у майбутнє приладобудування», 13-14 травня 2020 р., м. Київ, Україна : збірник праць конференції. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – С. 35–38.

17. Meena R., Dubey S. Smart Houses with the application of Energy Management System & Smart Grid. 2021 *IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING, COMMUNICATION, AND INTELLIGENT SYSTEMS (ICCCIS)*. 2021. 947-952 p.

18. Hsu HP., Yu KM., Ouyang W., Xu CJ. Constructing a Smart Home Control System with the Internet of Things. *Asia Pacific Conference on Antennas and Propagation*. 2018. P. 128-129.

19. Датчики руху та присутності. URL: <https://oib.com.ua/datchiki-dvizheniya-vidy-i-prednaznachenie/> (дата звернення: 15.03.2023).

20. Інфрачервоний датчик. URL: <https://arduino.ua/ru/prod193-ik-datchik-dvijeniya-dlya-arduino-hc-sr501> (дата звернення: 16.03.2023).

21. Робота інфрачервоного датчика. URL: <https://res.ua/blog/infrachervoni-datchiki-ruhu-poradi-po-vikoristannju.html> (дата звернення: 16.03.2023).

22. Ультразвуковий датчик. URL: <https://arduino.ua/ru/prod182-yltrazvykovo-i-datchik-rasstoyaniya-hc-sr04> (дата звернення: 17.03.2023).

23. Робота ультразвукового датчика. URL: <https://megasensor.com/products/princip-dejstviya-ultrazvukovogo-datchika/> (дата звернення: 17.03.2023).

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		60

24. Аналіз ринку. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/um-kotoryj-mozhno-kupit-za-dengi-analiz-rynka-sistem-umnyj-dom-v-ukraine> (дата звернення: 18.03.2023).

25. Система Ажах – характеристика. URL: <https://ajax.systems.ua/configurator/> (дата звернення: 20.03.2023).

26. Система Ажах. URL: <https://keysek.com.ua/ajax-datchyky.html> (дата звернення: 18.03.2023).

27. Система Broadlink. URL: <https://nadzor.ua/product/broadlink-prodvinityj-tc2-1> (дата звернення: 21.03.2023).

28. Система Broadlink – характеристика. URL: <https://secur.ua/ru/komplekt-dlja-umnogo-doma-broadlink-prodvinityj-tc2-1.html> (дата звернення: 21.03.2023).

29. Система Fibaro. URL: [https://rozetka.com.ua/ua/fibaro\\_fghcl\\_kit\\_eu/p34838799/](https://rozetka.com.ua/ua/fibaro_fghcl_kit_eu/p34838799/) (дата звернення: 22.03.2023).

30. Система Fibaro – характеристика. URL: <https://secur.ua/komplekt-dlja-umnogo-doma-starter-kit-fibaro-swipe-fibestartswipe.html> (дата звернення: 22.03.2023).

31. Alquthami T., Meliopoulos A.P.S. Smart House Management and Control Without Customer Inconvenience. Transactions on Smart Grid. 2018. 2553-2562 p.

32. Іванова Д. В., Діордієв В. Т., Диордиев В. Т. *Засоби реалізації концепції «Розумний будинок»*, 2019.

33. Петров Д. А. *Створення бездротового модуля управління системи "розумний дім" на основі мікроконтролера esp32*. Сучасні технології: проблеми інноваційного розвитку, 2019. С. 171-180.

34. Модуль ESR32. URL: <https://tinker.dp.ua/store/wifi-module-esp32-with-bluetooth/> (дата звернення: 28.03.2023).

35. Датчик звука (мікрофон KY-038). URL: <https://diyshop.com.ua/ru/datchik-zvuka-mikrofon-ky-038-dlya-arduino-4-pin-3-3v-5v-cifrovoj-i-analogovyj-vyhod> (дата звернення: 29.03.2023).

					КВРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		61

36. Характеристики датчика звука (KY-038). URL: <https://artificer.com.ua/product/ky-038-datchik-zvuka-shuma-s-mikrofonom/> (дата звернення: 30.03.2023).

37. Розпинування датчика (KY-038). URL: <https://microcontrollerslab.com/ky-038-microphone-sound-sensor-module-arduino-tutorial/> (дата звернення: 01.04.2023).

38. Компоненти датчика (KY-038). URL: <https://rxtx.su/mikrokontrollery/arduino/moduli-i-datchiki-k-arduino/datchik-zvuka-arduino/#%D0%B4%D0%B0%D1%82%D1%87%D0%B8%D0%BA-%D0%B7%D0%B2%D1%83%D0%BA%D0%B0-ky-038> (дата звернення: 02.04.2023).

39. Схема роботи (KY-038). URL: <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/interface-ky038-sound-sensor-with-esp32> (дата звернення: 03,04,2023).

40. Опис роботи (KY-038). URL: <https://diyi0t.com/sound-sensor-arduino-esp8266-esp32/> (дата звернення: 04. 04. 2023).

41. Принцип роботи . URL: <https://www.hackster.io/Surilli-io/sound-detection-using-ky-038-sensor-and-surilli-basic-m0-eeae99> (дата звернення 05. 04. 2023).

42. Схема датчика. URL: [https://oshwlab.com/junlakan67/KY\\_038\\_Microphone\\_sound\\_sensor\\_module-283a631354c24d129bca349e77da0d18](https://oshwlab.com/junlakan67/KY_038_Microphone_sound_sensor_module-283a631354c24d129bca349e77da0d18) (дата звернення: 06. 04. 2023).

43. Схема підключення датчика до модуля. URL: <https://diyi0t.com/sound-sensor-arduino-esp8266-esp32/> (дата звернення: 08. 04. 2023).

44. Arduino Uno. URL; <https://doc.arduino.ua/ru/hardware/Uno> (дата звернення: 10. 04. 2023).

45. Плата Arduino Uno – опис. URL: <https://voltiq.ru/wiki/arduino-uno-review/> (дата звернення: 11. 04. 2023).

46. Мікроконтролер АТМЕГА328P-PU. URL: <https://www.mini-tech.com.ua/ua/atmega328p-pu-s-zagruzchikom-arduino-uno> (дата звернення: 12. 04. 2023).

47. Характеристика мікроконтролер АТМЕГА328P. URL: <https://www.ruselectronic.com/atmega328p/> (дата звернення: 13. 04. 2023).

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		62

48. Мікросхема LM386. URL: <https://www.joyta.ru/8046-usilitel-lm386-opisanie-datasheet-sxema-vklyucheniya/> (дата звернення: 15. 04. 2023).
49. Схема. URL: [https://rudatasheet.ru/op\\_amplifiers/lm386/](https://rudatasheet.ru/op_amplifiers/lm386/) (дата звернення: 16. 04. 2023).
50. Капсульний електретний конденсаторний мікрофон. URL: <https://odeon.com.ua/storinka-tovaru/56083258440ukr.aspx> (дата звернення: 17.04. 2023).
51. Simon Monk. Programming Arduino: Getting Started with Sketches, Third Edition 3rd Edition (December 6, 2022). 176 p.
52. Arduino Integrated Development Environment (IDE) v1. URL: <https://docs.arduino.cc/software/ide-v1/tutorials/arduino-ide-v1-basics> (дата звернення: 20.04.2023).
53. Ryan Turner. Arduino Programming: 3 books in 1 - The Ultimate Beginners, Intermediate and Expert Guide to Master Arduino Programming, 2020. 410 p.
54. What is arduino software (IDE), and how use it ? URL: <https://andprof.com/tools/what-is-arduino-software-ide-and-how-use-it/> (дата звернення 29.04.2023).
55. Як вибрати контролер розумного будинку. URL: <https://vse.ua/info/kak-vybrat-kontroller-umnogo-doma-771/> (дата звернення: 25.04. 2023).
56. Zipato zipatile. URL: <https://www.ixbt.com/home/zipato-zipatile.shtml> (дата звернення: 26.04. 2023).
57. Zipato zipatile характеристики. URL: <https://www.zipato.com/ru/tovar/zipatile-zbee> (дата звернення: 26.04. 2023).
58. Як датчики виявляють звук. URL: <https://peko.com.ua/statti/ultrasonic-operating-modes> (дата звернення 1.05.2023)
59. Рівні звуку. URL: [http://loga.gov.ua/sites/default/files/-laws\\_embed/dodatok\\_8.pdf](http://loga.gov.ua/sites/default/files/-laws_embed/dodatok_8.pdf) (Дата звернення: 1.05.2023).
60. Mamatnabiyev Z., Suliyeu R. Development of House Automation System Controlled Using IoT Technologies. *International Conference on Electronics Computer and Computation*. 2018.

					КвРКІ. 190116.19.01.17 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		63

## Додаток А

(обов'язковий)

### Лістинг програмного забезпечення

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#define SCREEN_WIDTH 128 // Ширина OLED дисплея, в пікселях
#define SCREEN_HEIGHT 64 // Висота OLED дисплея, в пікселях
#define OLED_RESET -1 // Контакт зкидання # (or -1 if
sharing Arduino reset pin)
Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT,
&Wire, OLED_RESET);
const int sampleWindow = 50;
unsigned int sample;
#define SENSOR_PIN 35
#define PIN_QUIET 33
#define PIN_MODERATE 25
#define PIN_LOUD 26
void setup(){
  pinMode(SENSOR_PIN, INPUT);
  pinMode(PIN_QUIET, OUTPUT);
  pinMode(PIN_MODERATE, OUTPUT);
  pinMode(PIN_LOUD, OUTPUT);
  digitalWrite(PIN_QUIET, LOW);
  digitalWrite(PIN_MODERATE, LOW);
  digitalWrite(PIN_LOUD, LOW);
  Serial.begin(115200);
  if (!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) {
Serial.println(F("SSD1306 allocation failed")); for (;;)
  }
  display.clearDisplay();
  display.setTextSize(2);
  display.setTextColor(WHITE);
  display.display();
  digitalWrite(PIN_LOUD, LOW);
}
void loop()
{
  unsigned long startMillis = millis(); float peakToPeak = 0;
  unsigned int signalMax = 0; unsigned int signalMin = 1024; // collect
data for 50 mS
  while (millis() - startMillis < sampleWindow)
```

```

{
  sample = analogRead(SENSOR_PIN); if (sample < 1024) {
  if (sample > signalMax)
  {
    signalMax = sample;
  }
  else if (sample < signalMin)
  {
    signalMin = sample;
  }
  }
  }
  peakToPeak = signalMax - signalMin;
  int db = map(peakToPeak, 0, 900, 49, 90);
  Serial.print("\t");
  Serial.println(db);
  display.setCursor(0, 0);
  display.print("Loudness: ");
  display.print(db);
  display.print("dB");
  digitalWrite(PIN_LOUD, LOW);
  if (db <= 55)
  {
    display.clearDisplay(); display.setCursor(0, 1);
    display.print("Level:Quiet"); display.display(); digitalWrite(PIN_QUIET,
    HIGH); digitalWrite(PIN_MODERATE, LOW); digitalWrite(PIN_LOUD,
    LOW);
    delay(3000);
  }
  else if (db > 60 && db < 85)
  {
    display.clearDisplay(); display.setCursor(0, 1);
    display.print("Level:Moderate"); display.display(); digitalWrite(PIN_QUIET,
    LOW); digitalWrite(PIN_MODERATE, HIGH); digitalWrite(PIN_LOUD,
    LOW);
  }
  else if (db >= 85 && db <= 90)
  {
    display.clearDisplay(); display.setCursor(0, 1);
    display.print("Level:High"); display.display(); digitalWrite(PIN_QUIET,
    LOW); digitalWrite(PIN_MODERATE, LOW); digitalWrite(PIN_LOUD,
    HIGH);
  }
  else
  {

```

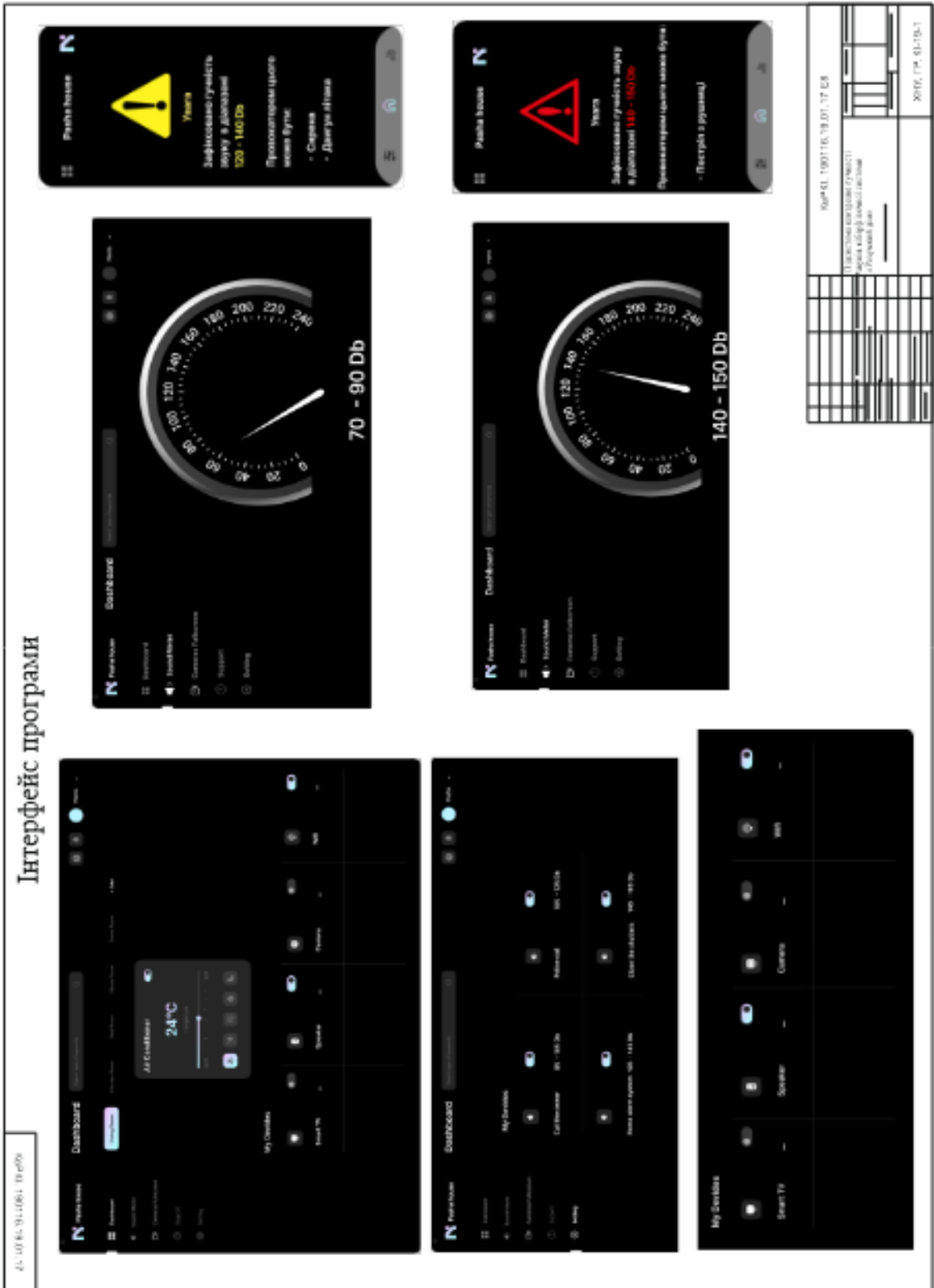
```
    digitalWrite(PIN_QUIET, LOW); digitalWrite(PIN_MODERATE,  
LOW); digitalWrite(PIN_LOUD, LOW);  
    }  
    delay(200);
```





Додаток Г  
(обов'язковий)

Копія креслення «Інтерфейс програми»



User name:  
Кафедра КІ

Check ID:  
1015506200

Check date:  
08.06.2023 13:46:13 EEST

Check type:  
Doc vs Internet + Library

Report date:  
08.06.2023 13:48:23 EEST

User ID:  
100005591

File name: Карвацький\_Підсистема контролю гучності звуків кіберфізичної системи «Розумний дім»

Page count: 66 Word count: 10506 Character count: 81638 File size: 3.53 MB File ID: 1015161622

Text modifications detected (similarity score might be affected)

## 6.71% Matches

Highest match: 3.23% with Internet source (<https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/interface-ky038-sound-sensor-wit..>)

6.5% Internet sources 68 ..... Page 68

2.52% Library sources 91 ..... Page 69

## 0.27% Quotes

Quotes 3 ..... Page 70

References 1 ..... Page 70

## 0% Exclusions

No exclusions

## Modifind

Text modifications detected. Find more details in the online report.

Replaced characters 14

Suspicious formatting 12 Pages

**Anti-Plagiarism v-15.257****Максимальне співпадіння з одним документом 1,0%****Словники перевірки: en\_US, ru\_RU, ua\_UA. Помилки в документах: 12%**

ID: 115219 Назва: БКР Підсистема контролю гучності звуків кіберфізичної системи «Розумний дім» Додано в БД: 2023-06-08 Автора: Карвацький П.А. Керівник: Капустян М.В. Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	69068	572	1623 (2%)	21 (4%)

## Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

**РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМПІСІЇ**  
**КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ**  
**ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ**

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованою системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Підсистема контролю гучності звуків кіберфізичної системи «Розумний дім»

Автор: Карвацький Павло Анатолійович

Спеціальність: 123 – Компютерна інженерія

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: Капустян Марія Вікторівна к.т.н., доцент

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи.	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

- 1) запозичення розміщені в розділах аналізу існуючих аналогів та прототипів, які не описують безпосередньо авторське дослідження і не стосуються результатів роботи;
- 2) усі запозичення фрагментарні, або мають належним чином оформленні посилання;
- 3) окремі виявлені збіги є загальноживаними фразами або виразами, про що свідчить посилання системи на збіг з 10-30 джерелами на один фрагмент речення;
- 4) всі зафіксовані системою ознаки модифікації тексту відносяться до комбінування латинських символів зі україномовними скороченнями індексів в формулах, що не є модифікацією тексту.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 6.71% і адресується до 159 першоджерела, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри КПС


М. В. Капустян

С. М. Лисенко

Т. О. Говорушенко

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Карвацький Павло Анатолійович

Тема: Підсистема контролю гучності звуків кіберфізичної системи «Розумний дім»

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 3 Кількість сторінок записки 57

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: Метою кваліфікаційної роботи є розробка підсистеми контролю гучності кіберфізичної системи «Розумний дім».
2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Дипломний проєкт відповідає поставленому завданню.
3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У першому розділі розглянуто основні характеристики систем «Розумний дім». Другий розділ присвячено аналізу предметної області та обґрунтованого вибору апаратних засобів для реалізації поставленої задачі. У третьому розділі представлено створення підсистеми керування гучністю, та її налаштування, запропоновано зручний сучасний інтерфейс із базовими налаштуваннями.
4. Позитивні сторони роботи: У роботі приділено увагу необхідності конкретних функцій запропонованої підсистеми контролю гучності в умовах війни в Україні, що зараз триває.
5. Негативні сторони роботи: У роботі наявні певні недоліки із використанням усталеної термінології.



Завідувачу кафедри КПС  
д-р.техн.наук, проф. Говорущенко Т. О.

Карвацький Павло Анатолійович

ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 4 курсу, групи КІ2-19-1

### ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.



0.8.06.23